تكنولوجيا الأسمـــاك

Fish Technology

الأستاذ الدكتور / إبراهيم محمد حسن

قسم علوم وتكنولوجيا الأغذيـــة

كلية الزراعة - جامعة عين شمس

مكتبة المعارف الحديثة

٢٣ ش تاج الرؤساء سابا باشا الإسكندرية

ت: ٥٤٤٥٥٥١ - ٥٨٢٦٩٠٢

7- تكنولوجيا الأسمـــاك

Fish Technology

المحتويات		رقم الصفحة

7–1 الثروة السمكيــة

تعتبر الأسماك من أقدم الموارد الطبيعية التى استغلها الإنسان ومع ذلك لاتمثل إلا نسبة ضئيلة فى غذائه لاتزيد على 4٪ ، كما أن نسبة من يعملون فى هذا اللون من النشاط الإقتصادى لا تزال قليلة جدا من مجموع الأيدى العاملة فى العالم . وتسعى البشرية والمنظمات الدولية المسئولة عن البحث عن مصادر الغذاء إلى تنمية كل مصادر الغذاء الممكنة فى العالم . فمن المعروف أن البروتين الحيوانى يكون ذا أهمية قصوى فى غذاء الإنسان لإكتمال محتواه من الأحماض الأمينية الأساسية ، ويأتى نحو 90٪ من البروتين الحيوانى من حيوانات اللحم ومنتجاتها وبصفة خاصة الألبان ومن الدواجن ومنتجاتها وبصفة خاصة البيض ، إلا إنه مع التزايد المضطرد فى عدد السكان لا تستطيع الأرض إنتاج المزيد من متطلبات حيوانات اللحم من الأعلاف نظرا للحاجة إليها فى إنتاج مزيد من الحاصلات الزراعية ، ولذلك كانت الأسماك أسهل الموارد المتاح زيادة إنتاجها لتسد النقص فى إنتاج البروتين الحيوانى .

7–1–1 مصادر الأسماك فى العالم

تنقسم مصايد الأسماك فى العالم إلى مصايد بحرية فى البحار والمحيطات ، ومصايد داخلية أو مصايد المياه العذبة فى الأنهار الكبيرة والبحيرات . وتسهم المصايد البحرية بحوالى 85٪ من إجمالى إنتاج العالم من الأسماك أى يقدر إنتاجها بنحو 85 مليون طن ، فى حين تسهم المصايد الداخلية بحوالى 15 مليون طن تمثل نحو 15٪ من إجمالى إنتاج العالم من الأسماك الذى يبلغ حوالى 100 مليون طن فى السنة .

وتمثل أهم المصايد البحرية فى العالم خمس مناطق رئيسية هى :

1- مصايد منطقة جنوب شرق المحيط الهادى " غرب بيرو " وتستثمر معظمها دولة بيرو فى أمريكا الجنوبية وتسهم بنحو 8.4٪ من الإنتاج العالى .

2- مصايد منطقة غرب المحيط الهادى وأهم الدول المشتركة فى إستغلالها اليابان ، والصين وكوريا وهذه هى أعظم المصايد إنتاجا فى العالم وتسهم هذه المنطقة بنحو 29.2٪ من الإنتاج العالمى .

3- مصايد شمال شرق المحيط الأطلنطى " مصايد شمال غرب أوربا " وتشترك فى إستغلالها دول أوربية كثيرة أهمها النرويج والدانمارك وبريطانيا وفرنسا وأيسلندا وتعتبر هذه المصايد أيضا من أعظم مصايد الأسماك فى العالم وتسهم هذه المنطقة بنحو 19.4٪ من الإنتاج العالمى .

4- مصايد منطقة شمال المحيط الهادى " جنوب مضيق بيرنج " ويشترك فى إستغلالها دول كثيرة أهمها الإتحاد السوفيتى ، الولايات المتحدة الأمريكية ، كندا وتسهم هذه المنطقة بأكثر من 13.6٪ من الإنتاج العالمى .

5- مصايد منطقة شمال غرب المحيط الأطلسى " شرق كندا " وتشترك فى استغلالها الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وتسهم هذه المنطقة بنحو 7.6٪ من الإنتاج العالمى . والجدير بالذكر أن إجمالى إنتاج هذه المصايد الخمسة الرئيسية يقدر بنحو 78.2٪ من الإنتاج العالمى من الأسماك . وهناك أيضا عدة مصايد بحرية وساحلية أخرى تسهم بقدر لا بأس به فى الإنتاج العالمى وأهمها مصايد المحيط الهندى والتى تستغلها الهند وتايلاند وأندونيسيا ، ومصايد جنوب شرق المحيط الأطلسى وتستغلها جنوب أفريقيا وناميبيا وأنجولا ، ثم مصايد البحر المتوسط والبحر الأسود، ومصايد البحر الكاريبى ، ومصايد ساحل أفريقيا الغربى . أما المصايد الداخلية فهى منتشرة فى دول عديدة فى العالم تجرى فيها أنهار كبيرة أو توجد بها بحيرات واسعة .

2-1-7 مصادر الأسماك فى مصر

تتنوع مصايد الأسماك فى مصر حسب موقعها وطبيعة مياهها ومدى إتصالها بالبحر وتقسم الموارد المائية السمكية المصرية الى :

أولا : المصايد البحرية : ويقصد بها المصايد الساحلية الموجودة على سواحل جمهورية مصر العربية وضمن مياهها الإقليمية فى البحر الأحمر والبحر المتوسط بالإضافة الى أعالى البحار وتقدر مساحة المصايد السمكية البحرية المصرية بحوالى 11 مليون فدان ، وعلى الرغم من ذلك يقدر إنتاجها بنحو 100 ألف طن فقط تمثل حوالى 25٪ من جملة إنتاج الأسماك فى جمهورية مصر العربية .

ثانيا : مصايد البحيرات : وتعتبر هذه المصايد من أهم مصايد الأسماك فى جمهورية مصر العربية وتقسم الى ثلاثة مجموعات :

1- البحيرات الشمالية وتشمل بحيرات المنزلة والبرلس وإدكو ومريوط .
2- البحيرات الداخلية وتشمل بحيرات قارون وناصر ووادى الريان .
3- المنخفضات الساحلية وتشمل البردويل وملاحة بورفؤاد ومنخفض القطارة ولاجون مطروح .

وتعتبر البحيرات الشمالية من أهم البحيرات المصرية وتبلغ إجمالى مساحتها حوالى 461 ألف فدان بعد أن كانت 529 ألف فدان حيث أجريت عليها عمليات تجفيف لإستغلالها فى الإنتاج الزراعى . ويبلغ إنتاج البحيرات الشمالية حوالى 40-45٪ من إجمالى إنتاج مصر من الأسماك . وتشمل البحيرات الداخلية بحيرات ناصر وقارون ووادى الريان وتقدر مساحتها بنحو 750 ألف فدان . وتعتبر بحيرة ناصر من البحيرات الصناعية المصرية التى تكونت بإقامة السد العالى وتقع جنوب أسوان بحوالى 6 كيلومتر ويبلغ طولها حوالى 500 كيلومتر وتبلغ مساحتها المائية حوالى 1.2 مليون فدان . ويتم إنتاج الأسماك من البحيرة على عدة مراحل هى : مرحلة الصيد - مرحلة تجميع الأسماك - مرحلة نقل الأسماك من ميناء السد العالى الى أسوان- مرحلة تجهيز وتصنيع الأسماك - مرحلة نقل الأسماك الى الأسواق الإستهلاكية .

أما بحيرة قارون فتبلغ رقعتها المائية حوالى 50 ألف فدان ولاتتصل هذه البحيرة بأى مجار مائية سوى مياه صرف الأراضى الزراعية المحيطة بها . وتصل نسبة ملوحتها الى 37 جزء فى الألف مما يؤدى لإختفاء أصناف معينة من الأسماك لاتتحمل هذه الملوحة العالية . أما مشروع وادى الريان فهو عبارة عن منخفض لصرف أراضى حوالى 120 ألف فدان ويتكون من ثلاثة منخفضات رئيسية ويمكن تنمية إنتاج هذه البحيرة الصناعية لزيادة إنتاج الأسماك فى مصر .

وتعتبر المنخفضات الساحلية التى تمثلها بحيرة البردويل ، ملاحة بورفؤاد، منخفض القطارة، لاجون مطروح هى التوسع الأفقى للمصايد السمكية المصرية والتى يمكن أن تمثل حلاً جزئيا لمشكلة الأمن الغذائى . ويبلغ إجمالى إنتاج بحيرة البردويل وملاحة بورفؤاد حوالى 3000 طن من الأسماك . وتتميز أسماك بحيرة البردويل من القاروص والدنيس والبورى بارتفاع جودتها وملائمتها للتصدير بأسعار مرتفعة .

ثالثا : النيل والترع والمصارف : وتشمل نهر النيل وفرعيه رشيد ودمياط ، والترع والمصارف الرئيسية والفرعية ، وتقدر مساحة هذه المصايد بنحو 178 ألف فدان وتبلغ جملة إنتاجها حوالى 40 ألف طن إلا أنه لايمكن الإعتداد بهذه الأرقام لعدم وجود حصر سمكى دقيق على المساحات المائية للنيل وفروعه .

رابعا : المزارع السمكية : وهى مساحات مائية مغلقة يتم فيها إستزراع وتربية الأسماك بهدف الإنتاج الاقتصادى كمصدر جديد لتنمية الثروة السمكية . ويصل إنتاج

الفدان الواحد من المزارع السمكية أضعاف إنتاج الفدان من المصادر السمكية الطبيعية. ويرتفع إنتاج المزارع السمكية فى مصر عاما بعد عام حتى بلغ حوالى 100 ألف طن برغم أن إنتاج المزارع السمكية عام 1975 كان يقدر بنحو 20 طن فقط مما يدل على أهمية المزارع السمكية وضرورة الإهتمام بها لزيادة إنتاج الأسماك فى مصر .

ويبين جدول رقم (7-1) إنتاج مصر من الأسماك من مختلف المصادر السمكية المشار اليها . حيث يتضح أن إجمالى الإنتاج خلال السنوات من 1980 الى 1985 كان يتراوح بين حوالى 139 ألف طن كحد أدنى ليصل حوالى 190 ألف طن كحد أقصى بمتوسط حوالى 162 ألف طن خلال هذه السنوات الستة . وخلال الفترة من 1986 الى 1990 زاد الإنتاج السمكى فى مصر زيادة مضطردة ليتراوح بين حوالى 219 ألف طن كحد أدنى الى حوالى 295 ألف طن كحد أقصى بمتوسط إنتاج خلال الخمس سنوات مقداره حوالى 255 ألف طن . واستمرت الزيادة فى إنتاج الأسماك خلال السنوات التالية حتى وصلت الى حوالى 456 ألف طن عام 1997 .

جدول 7-1 : الإنتاج السمكى فى مصر بالألف طن* خلال الفترة من 1980 الى 1997 .

السنوات	جملة الإنتاج	السنوات	جملة الإنتاج
1980	143	1989	277
1981	139	1990	295
1982	187	1991	296
1983	155	1992	293
1984	158	1993	308
1985	190	1994	340
1986	299	1995	384
1987	222	1996	427
1988	264	1997	456

* بالتقريب لأقرب ألف طن .

المصدر : الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء حتى عام 1994 ، وزارة التجارة والتموين أعوام 1995 حتى 1997 .

وتستورد مصر حوالى 150 ألف طن من الأسماك سنويا لسد جزء من الفجوة الغذائية فى البروتين الحيوانى . ويبلغ متوسط استهلاك الفرد من الأسماك فى جمهورية مصر العربية حوالى 7 كجم سنويا ، وهذا المتوسط يقل كثيرا عن دول عديدة فبينما يبلغ متوسط إستهلاك الفرد من الأسماك فى اليابان حوالى 65 كيلوجرام سنويا ، يصل فى البرتغال إلى حوالى 55 كجم/سنويا وكوريا حوالى 44 كجم سنويا وفى الولايات المتحدة حوالى 19.5 كجم/سنويا .

وقدناقش العديد من المؤتمرات العلمية السبل اللازمة لتنمية الثروة السمكية فى جمهورية مصر العربية وخلصت الى عديد من التوصيات نوجز أهمها فيما يلى :

1- ترشيد الدور الذى تقوم به شركات القطاع العام العاملة فى مجال الثروة السمكية، بحيث تكون مسئولة عن النواحى التنظيمية والإشرافية وتوفير مستلزمات الإنتاج .

2- تعديل قانون التعاون الخاص بالجمعيات التعاونية لصيد الأسماك ، على أن يتضمن التشكيل الجديد إشراك الصيادين كأعضاء فى مجالس الإدارات حتى لايطغى أصحاب المراكب على الصيادين مع ضرورة تمثيل الجهات الحكومية المحلية فى المجالس .

3- حصر ودراسة مصادر إنتاج الأسماك واكتشاف المسامك الساحلية والمسامك العميقة .

4- العمل على غمر المنخفضات وخاصة الساحلية منها بالماء الصالح لزراعة وتربية الأسماك .

5- المحافظة على الأنواع المصرية من الأسماك والإكثار منها وحمايتها من الصيد الجائر والتلوث وحماية نهر النيل من التلوث والبحيرات من التجفيف .

6- تخصيص أماكن فى كل بحيرة لوضع البيض وتحريم الصيد فيها لحماية الأمهات.

7- الإهتمام بالبحث العلمى فى مجال الثروة السمكية وإنشاء قاعدة بيانات وتسجيل المعلومات عن الإنتاج ونوعيات الأسماك والمعدلات المتاحة لصيدها فى كل موسم.

8- الإهتمام بالمزارع السمكية والإستزراع السمكى والعمل على تطويره وحل مشاكله.

9- العمل على فتح ميادين صيد جديدة مع الدول المجاورة ذات المصايد الغنية وحماية الصيادين المصريين بعمل إتفاقيات ثنائية للصيد فى مياهها الإقليمية حتى لايتعرضوا للمساءلة القانونية .

10- إعطاء البحيرات المزيد من الإهتمام من حيث إدارتها ورعايتها وضرورة تطويرها .

11- إنشاء صندوق لتنمية الثروة السمكية ذو مصادر مالية مختلفة على أن توجه عوائد هذا الصندوق الى التنمية البشرية والبحوث والأنشطة الإرشادية والإعلام وغيرها من الأنشطة التى تدفع قضية الإنتاج السمكى فى مصر .

12- توفير الخدمات التسويقية للأسماك وإقامة مراكز متطورة لصيانة وحدات الصيد.

13- النهوض بتكنولوجيا حفظ وتصنيع الأسماك لزيادة العائد منها وتقليل الفاقد .

14- ضرورة إنشاء أسطول كبير للصيد وتشجيع الإستثمارات للمضى قدما فى هذا المجال.

7-2 التركيب النسيجي لعضلات الأسماك

أولا: تركيب أنسجة العضلات Muscle histology

بوجه عام توجد ثلاثة أنواع من العضلات وهى العضلات الهيكلية أو المخططة straited muscles والتى يتكون منها لحم الأسماك والعضلات الناعمة smooth muscles والتى تمثلها المحاريات أو أحشاء الأسماك ، وعضلات القلب heart muscles وتتكون من تركيب متوسط بين النوعين السابقين .

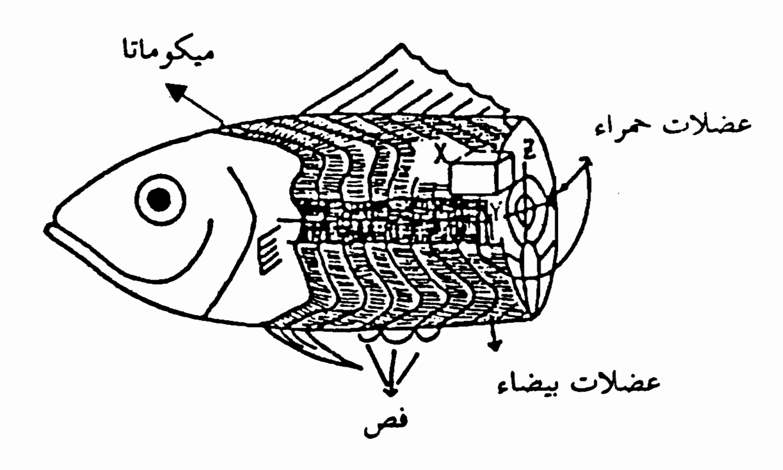
ويمكن تقسيم عضلات الأسماك الى نوعين هما العضلات البيضاء white muscles والعضلات الداكنة أو الحمراء dark or red muscles التى تتميز بارتفاع محتواها من الميوجلوبين مما يكسبها لوناً أكثر إحمرارا ، كما تتميز بأنه يخترقها نظام أوعية دموية متطور يزودها بمورد وفير من الأكسجين مما يهيئها لإجراء عمليات التمثيل الغذائى تحت ظروف هوائية . وتوجد العضلات الداكنة أو الحمراء على جانبى جسم السمكة تحت الجلد . وتتميز هذه العضلات أيضاً بأنها تعمل ببطء ولكن لفترات طويلة . أما العضلات البيضاء فيدل لونها الفاتح على إنخفاض محتواها من الميوجلوبين وبالتالى إنخفاض قدرتها على تخزين الأكسجين وتتميز العضلات البيضاء بوجود أعداد قليلة من الميتوكوندريا ونظام أوعية دموية اقل تطورا بعكس العضلات الحمراء .

ولأن العضلات البيضاء تعمل على فترات قصيرة ويمكن أن تحدث نشاطاً فجائيا سريعاً فإنها تحتاج لتركيز ونشاط عالى من إنزيمات التنفس اللاهوائى والتى تعمل على تحويل الجليكوجين الى حامض اللاكتيك فى الظروف اللاهوائية . وتجدر الإشارة فى هذا الصدد الى تدرج النشاط العضلى بين النوعين المشار اليهما نظراً لوجود مئات العضلات فى جسم السمكة تختلف عن بعضها فى التركيب .

ثانيا: تركيب الليفة العضلية :

وتمثل الليفة العضلية الوحدة الأساسية فى تركيب العضلة . وتتميز الليفة العضلية بخلاياها المتعددة الأنوية . ويوضح الشكل (7-1) أن الألياف العضلية توجد داخل الفص myotome متوازية ويقسمها غشاء من الأنسجة الضامة يطلق عليه الميكوماتا mycommata . وترتبط الألياف العضلية مع بعضها بنسيج ضام يسمى إندوميسيم endomysium وتغطى الألياف العضلية بالنسيج الضام mycommata . وتبلغ أبعاد الليفة العضلية لسمكة الإسقمرى horse mackerel التى يبلغ وزنها 100

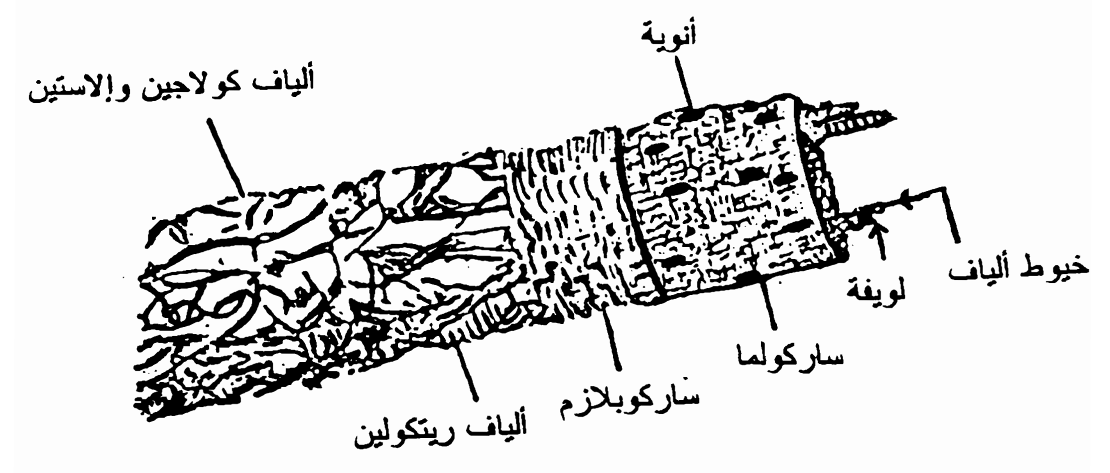
جم وطولها 19 سم وقيمة الأس الهيدروجينى (pH) لها 6.22 من 50 الى 70 ميكرون فى العرض ، 5-6 مم فى الطول .



شكل 7-1: توزيع نسيج الميكوماتا فى عضلات الأسماك .

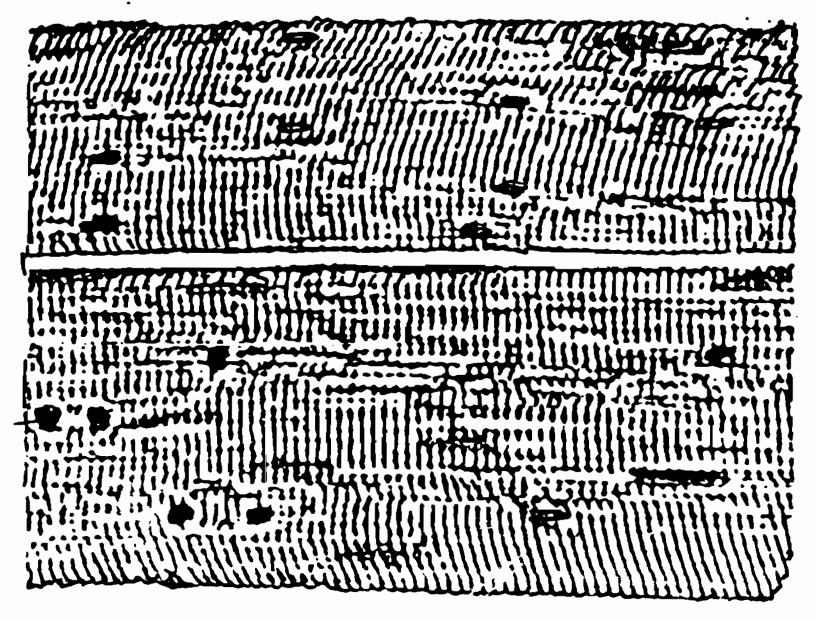
يختلف طول وعرض الليفة العضلية باختلاف نوع السمك . ويبلغ عرض الليفة العضلية للعضلات الحمراء فى سمك الهورس ماكريل من 1/3 - 1/7 عرض الليفة العضلية البيضاء .

ويحيط بكل ليفة عضلية تحت النسيج الضام المعروف بالإندويسيم غلاف رقيق يعرف بالساركولما Sarcolemma وبفحصه بالميكروسكوب الإلكترونى تبين انه غشاء مزدوج يبلغ عرضة حوالى 50-60 انجستروم . ويعتقد ان لغلاف الساركولما دوراً نشيطاً فى عملية إنقباض العضلات بنقل حركة اللويفات العضلية myofibrils إلى الأنسجة الضامة . ويوضح الشكل (7-2) الليفة العضلية ومكوناتها من اللويفات والأنوية التى توجد على الحافة الخارجية لليفة العضلية .



شكل 7-2: ليفة عضلية ويظهر فى الشكل اللويفات والأنويــــة

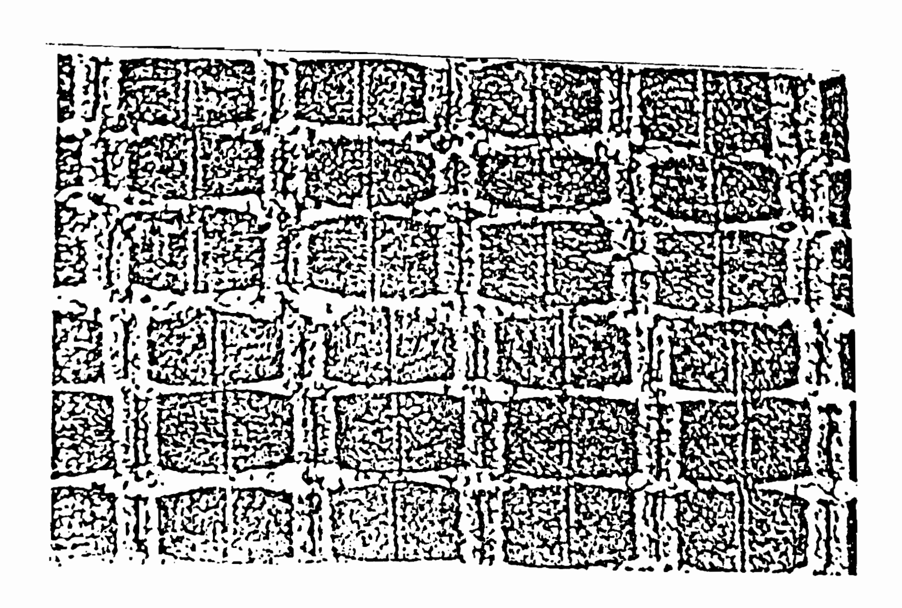
وبفحص الليفة العضلية تحت الميكروسكوب يمكن رؤية تخطيطات واضحة فى الألياف العضلية ويبلغ عرضها فى سمكة الهورس ماكريل من 0.4 الى 0.8 ميكرون كما تبلغ المسافة بينها من 0.6 الى 0.8 ميكرون . وهذه التخطيطات هى اللويفات التى تتكون الليفة العضلية من عديد منها ، حيث توجد اللويفات متوازية داخل الليفة العضلية ويملأ الفراغات بينها سائل الساركوبلازم (شكل 7-3) .



شكل 7-3: تخطيطات الألياف العضلية وتظهر الأنوية واضحة .

ويمكن التعرف بدقة أكبر على تركيب النسيج العضلى بالفحص بالميكروسكوب الإلكترونى حيث يمكن رؤية تفاصيل تركيب الميوفيبريلات على النحو التالى:

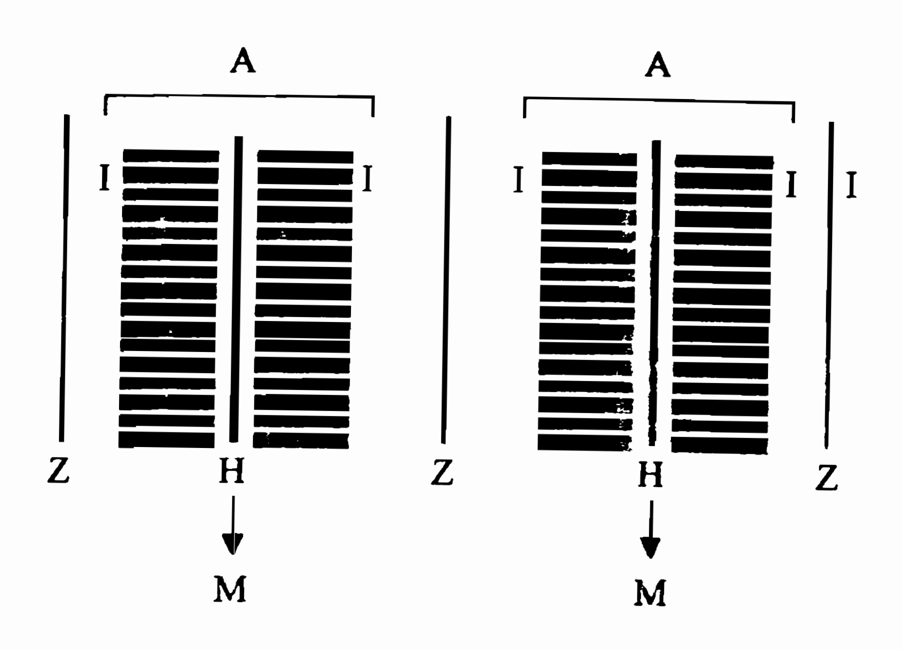
- يلاحظ وجود مناطق مضيئة ومناطق داكنة فكما نرى من شكل (7-4) تظهر منطقة داكنة تعرف بالمنطقة A يتوسطها منطقة مركزية مضيئة نسبيا تعرف بالمنطقة H ويحيط بالمنطقة من كلا الجانبين منطقتان مضيئتان تعرفان بالمنطقتين I يتوسط كل منهما خط مركزى داكن يطلق عليه الخط Z . ويتوسط المنطقة H كذلك خط مركزى غامق يطلق عليه الخط M .
- المسافة بين كل خطى Z تعتبر وحدة تركيب اللويفة ووحدة طولها تسمى بالساركومير sarcomere .
- وقد لوحظ أن الساركومير يحتوى على خيوط رقيقة السمك تمتد طولياً فى إتجاهين متضادين وتتكون هذه الخيوط من بروتين الأكتين وتعرف بخيوط الأكتين والتى تتصل بالخط Z ولاتصل للمركز أىَ لاتتلامس .



شكل 7-4: صورة بالميكروسكوب الإلكترونى لستة لويفات يظهر فيها الخط Z فى منتصف المنطقة المضيئة I وتتكون المناطق المضيئة من خيوط الأكتين. أما المناطق المظلمة فى كل ساركومير (A) فتتراكم فيها خيوط الأكتين والميوسين عدا فى المنتصف (عند المنطقة H) فتوجد خيوط الميوسين فقط والتى تتغلظ فى المنتصف فيظهر الخط M.

- كذلك يمكن رؤية خيوط أكبر سمكا من خيوط الأكتين تمتد في وسط الساركومير ولا تصل الى خطى Z وتعرف بخيوط الميوسين . ويزداد قطر خيوط الميوسين فى مركزها مما يسبب دكانة منتصف المنطقة H فيظهر الخط المركزى الداكن المعروف بالخط M .

وتجدر الإشارة فى هذا الصدد الى أن المنطقة فى اللويفة التى توجد بها خيوط الأكتين والميوسين سويا تظهر داكنة (المنطقة A) أما المناطق التى توجد بها فقط خيوط الأكتين الرقيقة فتظهر مضيئة (المنطقة I) أما المنطقة التى توجد بها خيوط الميوسين السميكة فقط فتظهر أقل إضاءة (المنطقة H) ، أما الخط M الذى يظهر فى منتصف المنطقة H فيظهر نتيجة زيادة سمك خيوط الميوسين عند المنتصف (أنظر شكل 7-5) .



شكل 7-5: شكل توضيحى للويفتين يظهر فيهما الخطوط Z ، M والمناطق H, I, A.

ثالثا : الأنسجة الضامة Connective tissues

لاتستطيع الألياف العضلية أن تعمل فى غياب الأنسجة الضامة حيث لاتوجد فى الفقاريات ألياف عضلية تخلو من إتصالها بالأنسجة الضامة .

وتتكون الأنسجة الضامة من ألياف كولاجين وألياف إلاستين وألياف رتيكولين ومواد حبيبية . وتتكون ألياف الكولاجين من لويفات بسمك 0.3 إلى 0.5 ميكرون ولا تتفرع اللويفات ولكن تتفرع الألياف . ويتحول الكولاجين إلى جيلاتين عند غليه فى الماء . أما ألياف الإلاستين فتتفرع ولا تتقاطع ويمكن أن تمتط لحوالى 150٪ من طولها الأصلى ثم تعود لطولها الطبيعي بعد إزالة قوة الشد . ونسبة ألياف الإلاستين قليلة فى العضلات . وتعتبر ألياف الرتيكولين reticular fibers أقلها سمكا ومتفرعة وتوجد بكثرة فى الإندوميسيم ويعتبر بعض الباحثين أن الرتيكولين صورة غير مكتملة من ألياف الكولاجين .

وتتكون المواد الحبيبية ground substances من مواد متجانسة التركيب عبارة عن أنسجة ضامة مفككة وتتكون من بروتينات وكربوهيدرات وليبيدات وماء وتوجد فى سائل النسيج ، وتعتبر وسطا للتمثيل الغذائى بين دورة الدم وخلايا الأنسجة.

3-7 التركيب الكيماوى للحم الأسماك

تختلف نسبة الجزء القابل للأكل من الأسماك تبعا لشكلها وعمرها ومرحلة النضج الجنسى وعادة ما يتراوح بين 45- 50٪ من وزن السمكة الكلى . وتختلف هذه النسبة بإختلاف شكل السمكة ففى الأسماك الطويلة كالاسقمرى (الماكريل) والبورى قد تصل هذه النسبة إلى 60٪ وتكون أقل فى الأسماك ذات الرأس الكبيرة مثل سمك القد (بكلاه cod) والبياض فتتراوح بين 35 الى 40٪ .

وتتباين الأسماك تباينا كبيرا من حيث تركيبها الكيماوى العام فتتراوح نسبة البروتين بين 15 إلى 24٪ والليبيدات بين 0.1 إلى 22٪ والكربوهيدرات من 1 إلى 3٪ والمواد غير العضوية من 0.8 إلى 2٪ أما النسبة المئوية للرطوبة فتتراوح بين 66 إلى 84٪ .

ويختلف التركيب الكيماوى العام بإختلاف الصنف ، العمر ، الجزء المختبر من الجسم ، العوامل الفسيولوجية ، الجنس sex ، الإختلافات الموسمية ، مدى توافر الغذاء فى البيئة .

وبوجه عام توجد علاقة عكسية بين نسبة الرطوبة والدهن فى لحم أسماك نفس الجنس ، ففى موسم نقص نسبة الدهن تزداد نسبة الرطوبة والعكس بالعكس . ومن حيث تأثير صنف الأسماك فقد وجدت إختلافات كبيرة فى التركيب الكيماوى للأسماك بإختلاف صنفها خاصة فى محتواها من الدهون . وتبعا لذلك قسمت الأسماك إلى أسماك (دهنية fatty fish) مثل أسماك الرنجة والأسقمرى (الماكريل) والسالمون والثعبان والمياس وأسماك نصف دهنية semi fatty fish مثل أسماك الباراكودا والبورى والدنيس والبوهار وأسماك قليلة الدهن (لحمية) fish lean مثل أسماك الهادوك والبليس والقاروص والمرجان والبلطى . وتجدر الإشارة فى هذا الصدد إلى أن هذا التقسيم لا يعنى وضع حدا فاصلاً فأحيانا يكون السمك دهنيا فى موسم ولحميا أو نصف دهنى فى موسم آخر وأكبر مثال على ذلك أسماك السردين . أما من حيث عمر الأسماك فقد لوحظ زيادة نسبة البروتين فى بعض الأسماك حتى تصل لعمر معين ثم تثبت نسبة البروتين بعد ذلك . كما لوحظ إختلاف تركيب الأجزاء المختلفة لنفس السمكة كما يختلف تركيب العضلات المختلفة فى نفس السمكة حيث يختلف تركيب العضلات البيضاء بصفة عامة عن تركيب العضلات الحمراء . كما يختلف تركيب لحم الأسماك بإختلاف العوامل الفسيولوجية كموسم التزاوج أو درجة البلوغ . ولوحظ

فى كثير من الحالات أن لحم اناث الأسماك يحتوى على نسبه من البروتين أعلى من نسبته فى لحم الذكور لنفس الأصناف وقد لوحظ عكس هذه الظاهرة فى اسماك السالمون والقد (البكلاه) cod

أما الإختلافات الموسمية وتأثيرها على تركيب لحم الأسماك فلم يمكن حتى الآن وضع قواعد ثابتة أو حدود فاصلة بين التركيب الكيماوى وموعد الصيد فى كثير من الأسماك . إلا أنه فى سمكة السردين المكتملة النضج الجنسى ترتفع نسبه الدهن فى الأنسجة وتتراوح بين 5 إلى 15٪ وهذا المدى يرتبط إرتباط وثيقا بفصل السنه . كما لوحظ تباين التركيب الكيماوى لنفس الصنف من الأسماك فى المزارع السمكية التى يتوفر فى بيئتها قدر كبير من المواد الغذائية عن التركيب الكيماوى لهذه الأسماك فى بيئتها الطبيعية .

ويوضح الجدول (7-2) نسبة الجزء المأكلة من بعض أنواع الأسماك والتركيب الكيماوى العام للحم هذه الأسماك

جدول (7-2) : نسبة الجزء المأكلة من بعض أنواع الأسماك والتركيب الكيماوى العام للحمها .

نوع السمك	الجزء المأكلة ٪	التركيب الكيماوى: رطوبة	دهن خام	بروتين خام
الأنشوجة* (*Engraulis japonica*)	60	74.4	6.0	17.5
الرنجة* (*Etrumeus micropus*)	65	71.9	4.6	21.3
الأسقمرى*(الماكريل) (*Auxis thazard*)	55	62.5	16.5	19.8
المبروك العادى* (*Cyprinus carpio*)	40	75.4	6.0	18.0
الدنيس* (*Mylio macrocephalus*)	40	75.7	1.7	21.2
البلطى** (*Tilapia nilotiac*)	55	75.0	1.5	19.7
البورى** (*Mugil cephalus*)	52	69.5	6.5	29.3

المصدر : Suzuki (1981)* & Hassan (1998)**

ويمكن بصفة عامة أن نعتبر المكونات الآتيه هى المكونات الرئيسية لأنسجة الأسماك : البروتينات ، المستخلصات النيتروجينيه ، الليبيدات ، العناصر المعدنيه والفيتامينات

أولا: بروتينات الأسماك

تتكون بروتينات عضلات الأسماك من بروتينات الساركوبلازم والتى توجد فى بلازما العضلات ، وبروتينات اللويفة ، وبروتينات الستروما التى تكون الأنسجة الضامة. ويتشابه تركيب بروتينات الأسماك مع تركيب بروتينات حيوانات اللحم إلا أن نسبة الستروما أعلى فى بروتينات حيوانات اللحم .

وتحتوى بروتينات الساركوبلازم على أنواع عديدة من البروتينات القابلة للذوبان فى الماء تعرف بالميوجين myogen . ويتم الحصول عليها بالضغط على لحم الأسماك أو بالإستخلاص بمحاليل منخفضة القوة الأيونية . وتختلف نسبة بروتينات الساركوبلازم فى لحم الأسماك باختلاف نوع السمك ولكنها تكون أعلى بوجه عام فى الأسماك التى تعيش فى المناطق العميقة pelagic مثل السردين والماكريل، ومنخفضة فى الأسماك التى تعيش بالقرب من سطح المياه demersal مثل البورى. وتتميز الأسماك بأن النسبة بين الألبيومين : الجلوبيولين لاتزيد عن 0.5 بينما فى حالة الثدييات تزيد هذه النسبة عن الواحد الصحيح .

أما بروتينات اللويفة المسئولة عن إعطاء العضلة القدرة على الحركة والإنقباض فتتكون من مجموعة من البروتينات أهمها الميوسين myosin والأكتين actin والبروتينات التى تساهم فى حركة اللويفات وتنظمها مثل التروبوميوسين والتروبونين والأكتينين . وتمثل بروتينات اللويفة حوالى 66-77٪ من بروتينات العضلة . وتحتوى لحوم الأسماك على نسبة أعلى من بروتينات اللويفة عن عضلات الثدييات الأخرى .

ويتميز جزىء بروتين الميوسين بأن له ذيلاً طويلاً (طوله حوالى 156 نانوميتر وعرضه حوالى 2 نانوميتر) كما أن له رأسين منحنيين بشكل الكمثرى بطول 19 نانوميتر ويتصلان بطريقة مرنة بنهاية واحدة . ويتكون الجزئ من تحت وحدتين كبيرتين بوزن جزيئى حوالى 200,000 تعرف بالسلاسل الثقيلة وأربع تحت وحدات بأوزان جزيئية متباينة فى حدود 20,000 تعرف بالسلاسل الخفيفة . وتكون السلاسل الثقيلة جزءى الذيل فى جزئ الميوسين ويوجد حوالى 50٪ من هذا الطول فى شكل لولبى من النوع ألفا α helices والذى يلتف فى شكل حبل . أما الجزء المتبقى من السلسلة الثقيلة فيلتف وينفصل إلى منطقة الرأس . ولكل منطقة من منطقتى الرأس القدرة على الإرتباط بسلسلتين خفيفتين . وفى الخيوط السميكة تتراص ذيول جزيئات الميوسين بجوار بعضها لتكون عمودا سميكا . وفى بعض النقاط التى تتوسط ذيل جزئ الميوسين تبرز فى اتجاهات متعاكسة نتوءات تتكون من ثلاثة أو أربعة أزواج

من رؤوس الميوسين على سطح خيوط الميوسين السميكة على مسافات تقدر بـ 14.3 نانوميتر فى شكل لولبى . وبهذا الشكل يمكن لرؤوس الميوسين أن ترتبط مع خيوط الأكتين الدقيقة . أما خيوط الأكتين رقيقة السمك فتتكون من حوالى 400 جزئ من بروتين الـ F أكتين F-actin ويختلف عدد جزيئات البروتين فى هذه الخيوط بإختلاف نوع الحيوان . ويتكون جزئ الـ F أكتين من تكثيف وحدات من بروتين G-أكتين ، ويمكن أن يرتبط جزئ الـ F أكتين مع رأس جزئ ميوسين واحد .

ويتكون بروتين التروبوميوسين مع بروتين التروبونين كمنظمات لعملية إنقباض العضلات التى تتكون أساسا من إرتباط بروتينى الميوسين والأكتين .

ويحتوى بروتين التروبونين على ثلاث تحت وحدات T ، I ، C ويتصل بجزيئات التروبوميوسين على طول جانبى اللولب الثنائى لجزئ الـ F أكتين .

وتتكون الأنسجة الضامة من بروتين الستروما الذى لا يمكن إستخلاصه بالماء أو المحاليل الحامضية أو القلوية أو المحاليل الملحية المتعادلة . وتتكون بروتينات الستروما من الكولاجين والإلاستين وعند تسخين الأنسجة الضامة فى محلول يتحول الكولاجين إلى جيلاتين يذوب فى الماء وتختفى معظم الأنسجة الضامة . أما الإلاستين فلا يتأثر بدرجة الحرارة المستخدمة فى الطبخ . وتحتوى العضلات الحمراء على نسبة أعلى من بروتين الستروما عن العضلات البيضاء ونسبة أقل من بروتينات الساركوبلازم .

ويوضح جدول (3.7.) تركيب البروتينات فى العضلات الحمراء والعضلات البيضاء لسمك السردين .

جدول (3.7.) : مقارنة بين تركيب بروتينات العضلات الحمراء والعضلات البيضاء لسمك السردين .

مرحلة ما بعد الموت	نوع العضلة	بروتينات الساركوبلازم ٪	بروتينات اللويفة ٪	بروتينات الستروما ٪
قبل حدوث التيبس الرمى	حمراء	29.0	62.4	2.3
	بيضاء	34.7	59.2	1.6
بعد حدوث التيبس الرمى	حمراء	22.5	66.1	2.5
	بيضاء	32.8	61.3	1.3

المصدر : **Hashimoto *et al.* (1979).**

ثانيا : المركبات النيتروجينية اللابروتينية فى الأسماك

Non protein nitrogen in fish

تمثل المركبات النيتروجينية اللابروتينية non-protein nitrogen نسبة صغيرة من النيتروجين الكلى فى عضلات الأسماك ، وتتحكم هذه المكونات إلى حد كبير فى طعم ورائحة الأنسجة المختلفة من جسم الحيوان الواحد وخاصة الأسماك . وتتراوح نسبة هذه المركبات من 9-18٪ من النيتروجين الكلى فى أغلب أنواع الأسماك .

ويوضح الجدول (4.7.) : نسبة هذه المركبات فى بعض أصناف الأسماك الشائعة فى المياه المصرية .

جدول (7-4) : نسبة النيتروجين الكلى ، النيتروجين البروتينى والنيتروجين اللابروتينى فى بعض أصناف الأسماك الشائعة فى المياه المصرية .

الصنف	النيتروجين الكلى ٪	النيتروجين البروتينى ٪	النيتروجين اللابروتينى ٪	النيروجين اللابروتينى / النيتروجين البروتينى
مكرونة	2.88	2.20	0.68	23.60
سردين	3.19	2.48	0.71	22.25
بياض	2.91	2.58	0.33	11.37
بلطى	3.20	2.71	0.49	15.62
دنيس	3.16	2.65	0.51	16.13
قاروص	3.16	2.46	0.70	22.15

المصدر : يحيى حسن 1964

ويلاحظ أن نسبة المركبات النيتروجينية فى أسماك المياه المالحة كالمكرونة والسردين أعلى منها فى أسماك المياه العذبة كالبياض والبلطى . وكقاعدة عامة تزيد نسبة هذه المركبات فى العضلات الحمراء عنها فى العضلات البيضاء . وبرغم أن هذه المركبات تمثل نسبة ضئيلة فى الأسماك إلا أن لها أهمية قصوى فى تحديد نكهة وطعم النوع المعين من الأسماك . ونظرا لسهولة تمثيل هذه المركبات بواسطة البكتريا وبالتالى سرعة تحللها فإن نسبة وجودها تؤثر على قوة حفظ الصنف المعين من الأسماك وذلك يفسر الفروق الضاهرة بين سرعة فساد الأصناف المختلفه من الأسماك

حتى لو خزنت تحت نفس الظروف . وتجدر الإشارة إلى أن تحلل بعض المستخلصات النيتروجينية قد يؤدى لإنتاج مواد سامة وبالتالى تصبح الأسماك غير صالحة لغذاء الإنسان .

ومن مركبات هذه المجموعة مركبات أكسيد ثلاثى ميثايل الأمين (TMAO) trimethyl amine oxide وثلاثى ميثايل الأمين (TMA) trimethyl amine والتى تعتبر العامل الرئيسى فى إكساب بعض الأغذية النكهة السمكية fishy flavor كما فى اللبن والزبدة وزيت الكبد والسمك المخزن بالتبريد والسمك المملح .

ومن أهم أنواع المركبات النيتروجينية اللابروتينية فى الأسماك ما يلى :

أ- القواعد المتطايرة volatile bases وتشمل الأمونيا ، مركبات أحادى ، ثنائى ، ثلاثى ميثايل الأمين .

ب- قواعد ثلاثى ميثايل الأمونيوم :.ومنها مركبات أكسيد ثلاثى ميثايل الأمين والبيتينات betains .

ج- مشتقات الجوانيدين guanidin : ومنها الكرياتين creatine والحمض الأمينى أرجنين

د- مشتقات الإيميدازول أو الجليوكسالين imidazole or glyoxaline مثل الحمض الأمينى هيستيدين histidine والكارنوسين carnosine والأنسرين anserine .

هـ- مركبات متنوعة مثل اليوريا والأحماض الأمينية ومشتقات البيورين purine .

ثالثا : الليبيدات فى الأسماك Fish lipids :

توجد الليبدات فى أجزاء جسم السمكة المختلفة مثل أنسجة العضلات وتحت الجلد والكبد والأحشاء الداخلية . وتختلف نسبة وتوزيع الليبيدات فى مناطق الجسم المختلفة . وتقسم عادة زيوت الأسماك إلى مجموعتين رئيسيتين وهما : زيوت أسماك المياه المالحة وزيوت أسماك المياه العذبة .

وعادة ما تكون زيوت أسماك المجموعة الأولى أكثر تعقيدا من زيوت أسماك المجموعة الثانية . وبوجه عام تتميز زيوت الأسماك بإرتفاع الرقم اليودى لها مقارنة بأنواع الدهون الحيوانية الأخرى بسبب زيادة نسبة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع فى جليسريداتها . ولزيادة نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة فى زيوت الأسماك يزداد معدل أكسدتها فى الهواء ويتغير لونها مع تكون رائحة تزنخ واضحة .

وتتكون زيوت الأسماك بوجه عام من المجموعات التالية :

1-الجليسريدات التى تتركب من الجليسرين والأحماض الدهنية المشبعة و/أو غير المشبعة .

2- مركبات هيدروكربونية .

3- ستيرولات وفوسفوليبيدات .

4- مركبات متنوعة .

وتمتاز زيوت الأسماك بالصفات العامة التالية :

1-بالنسبة للأحماض الدهنية المشبعة الداخلة فى تركيب الجليسريدات فإن حمض البالميتيك يوجد بنسبة كبيرة نوعا تتراوح بين 10-18٪ من الأحماض الدهنية الكلية بينما تقل نسبة حمض الميريستيك وستياريك عن ذلك كثيرا حيث لا تزيد عن 2٪ .

2-تمتاز زيوت أسماك المياه المالحة بوجود الأحماض الدهنية غير المشبعة بدرجات مختلفة من عدم التشبع وتتراوح عدد ذرات كربونها بين 18-22 بينما فى أسماك المياه العذبة فإن معظم الأحماض الدهنية غير المشبعة تكون من مجموعة C16 ونسبة قليلة من C18 .

3-تتفرد زيوت الأسماك فى المملكة الحيوانية بإحتوائها على أكبر نسبة من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع polyunsaturated fatty acids (PUFA) التى يكون عدد الروابط الزوجية بها من 5-7 روابط زوجية كما أن بها نسبة من الأحماض الدهنية الفردية فى عدد ذرات الكربون فقد ثبت وجود حمض بنتاديكانويك C_{15} pentadecanoic acid $C_{15}H_{30}O_2$ وحمض هبتاديكانويك heptadecanoic acid $C_{17}H_{34}O_2$.

4-بالنسبة للمركبات الهيدروكربونية فهى توجد ضمن مجموعة المواد غير القابلة للتصبن فى زيوت الأسماك ، ومن أمثلتها مادة أيسوأكتاديكان isoactadecane فى زيت كبد القرش ، كذلك ثبت وجود هيدروكربون آخر مشبع فى زيت سمك الرنجة والسردين والقرش هو برستان pristane $C_{18}H_{38}$ كذلك وجدت هيدروكربونات أخرى فى أنواع أسماك مختلفة مثل الزامين zymin $C_{18}H_{36}$ ، السكوالين squaline $C_{30}H_{50}$.

5-توجد الستيرولات sterols والفوسفوليبيدات بكميات صغيرة جدا فى زيوت بعض الأسماك وقد ثبت أن العضلات الحمراء فى أنسجة الأسماك تحتوى على نسبة أعلى من الفوسفوليبيدات الكلية عن العضلات البيضاء .

6-توجد فى زيوت الأسماك مواد متنوعة بنسب ضئيلة جدا مثل مضادات الأكسدة كالتوكوفيرول tocopherol كما توجد أيضا مواد الزانثوفيل xanthophil والفوكوزانثين fucoxanthin وكذلك مادة الأستاسين astacin كما توجد أيضا الفيتامينات الذائبة فى الدهون والتى سيرد ذكرها فيما بعد .

رابعا : الفيتامينات فى الأسماك :

تعتبر الأسماك من الأغذية الحيوانية الغنية فى محتواها من الفيتامينات وتتباين الأسماك فى نسبة الفيتامينات فى أنواعها المختلفة . ويتميز ثعبان السمك بإحتوائه على نسبة عالية من الفيتامينات وخاصة مجموعة فيتامينات B . ويمكن فى إيجاز شديد إلقاء الضوء على موضوع الفيتامينات فى الأسماك فيما يلى :

1- الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون :

أ- فيتامين أ A : تمتاز الحيوانات البحرية بقابليتها لتمثيل صبغات الزانثوفيل أكثر من صبغات الكاروتين لذلك يعتقد أن أحد أنواع صبغات الزانثوفيل (مركب الاستازانثين) هو مصدر فيتامين أ . ويعتبر عمر الأسماك من أهم العوامل التى تؤثر على نسبة فيتامين أ فى أنسجتها . وتوجد النسبة العظمى من فيتامين أ فى كبد الأسماك على صورة إستر. وقد لوحظ تغير فى نسبة فيتامين أ فى كل من الكبد والأنسجة بتغير فصول السنة وذلك لتغير درجة الحرارة وبالتالى طبيعة التغذية . كما لوحظ أن ذكور الأسماك تحتوى على نسبة من فيتامين أ أعلى من تلك الموجودة فى إناث نفس الأصناف . وتبلغ نسبة فيتامين أ فى زيت كبد الأسماك العظمية بين 3000-59000 وحدة دولية لكل جرام من الزيت بينما تتراوح نسبة الفيتامين فى أنسجة اللحم من صفر إلى 1000 وحدة دولية لكل جرام .

ب- فيتامين د D : يتكون فيتامين د فى أنسجة الأسماك كما هو الحال فى الحيوانات الأخرى بتأثير الأشعة فوق البنفسجية على مولدات فيتامين د . وتزيد نسبة هذا الفيتامين فى أسماك المياه المالحة عن أسماك المياه العذبة كما تزيد فى أنسجة الأسماك الدهنية عن الأسماك غير الدهنية . وتتراوح نسبته فى زيت كبد الأسماك بين 70 إلى 45000 وحدة دولية لكل جرام زيت . أما فى أنسجة الأسماك غير الدهنية فتتراوح نسبته من 35 إلى 100 وحدة دولية لكل جرام من اللحم . ويوجد هذا الفيتامين على ثلاث صور دD_{11} ، دD_{22} ، دD_{33} .

ج- فيتامينات هـ (E) وف (F) وك (K) : يوجد فيتامين هـ (E) فى أنسجة الأسماك على صورة ألفاتوكوفيرول α-tocopherol وقد ثبت إرتباط نسبة فيتامين هـ فى صنف معين من الأسماك مع حالة النضج الجنسى له . وتتباين نسبة هذا الفيتامين فى أنواع الأسماك المختلفة وتتراوح بين 18 إلى 45 ملليجرام لكل 100 جرام .

ويمثل فيتامين ف (F) مجموعة الأحماض الدهنية الأساسية وهى أحماض اللينولييك والأراكيدونيك واللينولينيك وإن كان قد ثبت ندرة وجود الحمضين الأخيرين فى زيت الأسماك . كما تشير بعض الدراسات إلى وجود فيتامين ك (K) خاصة فى مسحوق الأسماك .

2- الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء :

أ- فيتامين جـ C : يوجد هذا الفيتامين فى لحم الأسماك بنسبة ضئيلة فى حدود من 1 إلى 5 مجم لكل 100 جم ولذلك فلا تعتبر الأسماك مصدرا لهذا الفيتامين .

ب- مجموعة فيتامينات ب (B group) : تعتبر أسماك الثعبان من أغنى الأسماك فى فيتامينات ب . وتحتوى العضلات الحمراء فى الأسماك على نحو عشرة أضعاف محتوى العضلات البيضاء لنفس هذه الأسماك من فيتامينات مجموعة ب . وعلى الرغم من أن فيتامينات ب تذوب فى الماء إلا أن الأسماك الدهنية ونصف الدهنية تحتوى على نسبة أعلى من هذا الفيتامين عن الأسماك المنخفضة فى نسبة الدهن . وتعتبر الأسماك من أغنى المصادر الحيوانية فى فيتامين B_{12} وخاصة الأسماك الدهنية والرخويات mollusks .

خامسا : العناصر المعدنية Minerals فى الأسماك :

تتباين نسبة العناصر المعدنية حتى فى أسماك الصنف الواحد . وتتراوح نسبة الرماد فى الأسماك بوجه عام بين 1-3٪ وتزداد نسبتها بوجه عام فى أسماك المياه المالحة عنها فى أسماك المياه العذبة . وفيما يلى نبذة مختصرة عن وجود بعض العناصر المعدنية فى لحم الأسماك :

1- الكالسيوم والفوسفور :

تتراوح نسبة الكالسيوم فى لحم الأسماك بين 5 إلى 200 ملليجرام / 100 جم بمتوسط حوالى 30 مجم / 100 جم . بينما يوجد عنصر الفوسفور بنسبة تتراوح بين 100 إلى 400 مجم لكل 100 جم بمتوسط 220 مجم / 100 جم . وتقل نسبة الكالسيوم فى لحم الأسماك الدهنية بوجه عام . ويتركز الكالسيوم والفوسفور فى عظام

الأسماك فى صورة فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$. ويوجد الفوسفور فى عضلات الأسماك فى الفوسفاتيدات والفوسفوبروتينات ، والنيوكليوتيدات ، فوسفات الكرياتين ، والمركبات العضوية الأخرى التى تعتبر مركبات وسطية فى عمليات التمثيل الغذائى للبروتين والكربوهيدرات .

2- الصوديوم والبوتاسيوم :

يوجد الصوديوم والبوتاسيوم فى صورة أملاح ذائبة فى ساركوبلازم الخلايا العضلية وترتبط جزئياً بالسوائل الخلوية والدم والبلازما . وتحتوى أسماك المياه المالحة على عنصرى الصوديوم والبوتاسيوم بنسبة أعلى من أسماك المياه العذبة . وفى أصناف الأسماك النيلية كقشر البياض والبلطى والثعبان والقرموط تتراوح نسبة الصوديوم بين 45 إلى 72 مجم / 100 جم أما البوتاسيوم فتتراوح بين 284 إلى 378 مجم / 100 جم أى أن نسبة الصوديوم للبوتاسيوم حوالى 1 : 5 .

3- الكبريت والحديد :

يوجد الحديد كجزء من تركيب بروتينات العضلة وتحتوى الأنسجة الضامة على الأحماض الأمينية سيستين وسيستئين ومثيونين . ويتراوح محتوى لحم الأسماك من الكبريت من 0.13 إلى 0.26٪ طبقا للصنف . أما عنصر الحديد فيوجد فى أنسجة أسماك المياه المالحة بنسبة أكبر من أنسجة أسماك المياه العذبة . وتحتوى العضلات الحمراء على نسبة من الحديد أعلى من العضلات البيضاء .

4- اليود :

من أهم الإختلافات فى التركيب الكيماوى بين أسماك المياه المالحة وأسماك المياه العذبة إحتواء الأولى على اليود بينما لا تحتوى أسماك المياه العذبة إلا على نسبة ضئيلة جدا لو وجدت . كذلك ثبت أنه فى حالة الأسماك الدهنية تحتوى طبقة الجلد الخارجية على نسبة يود أعلى من تلك الموجودة فى اللحم ، ومن أمثلة هذه الأسماك سمك الثعبان النيلى كما وجد أن القشريات تحتوى على نسبة من اليود أعلى من الأسماك . وتتراوح نسبة اليود فى أسماك المياه المالحة من 19 إلى 816 ميكروجرام/100 جم وزن جاف .

بالإضافة للعناصر السابقة يحتوى لحم الأسماك على عنصر الماغنسيوم بنسبة تتراوح بين 20 إلى 60 مجم / 100 جم فى أسماك المياه المالحة والعذبة . أما عنصر المنجنيز فإن نسبته تقل عن ذلك كثيرا وتتراوح بين 90 إلى 875 ميكروجرام / 100

جم وزن جاف أما عنصر الفلور فيتواجد معظمه فى الهيكل العظمى للأسماك . وتتراوح نسبة عنصر الزنك فى الأسماك بين 7-8 مجم/100 جم وتزداد نسبة وجود هذا العنصر فى الكابوريا إذ تتراوح بين 200 إلى 300 مجم / 100 جم .

وخلاصة القول أن الأسماك والحيوانات البحرية بوجه عام تعتبر من المصادر الغنية بالأملاح المعدنية الهامة لغذاء الإنسان .

4-7 بعض التغيرات الكيموحيوية التى تحدث فى الأسماك بعد موتها

تموت الأسماك بعد صيدها وإخراجها من الماء نتيجة غياب الاكسجين حيث يتراكم حامض اللاكتيك وبعض نواتج التمثيل الغذائى غير المؤكسدة فى دم الأسماك وعضلاتها مما يسبب شللاً تاماً للجهاز العصبى . وقد تموت الأسماك فى الشباك أثناء صيدها وهى لا زالت فى الماء حيث تحدث إسفينسكيا الإختناق نتيجة تراكم الأسماك فى مساحة محدودة فتتراكم نواتج التمثيل الغذائى أو لا تستطيع الأسماك أن تتنفس بسبب إستهلاك الأكسجين من منطقة تزاحمها فى الشباك .

وعندما تموت الأسماك تحدث بعض التغيرات الطبيعية والكيماوية فى أجسامها وبعد فترة زمنية معينة تتدهور جودة الأسماك حتى تفسد . وفيما يلى بعض أهم التغيرات التى تحدث فى الأسماك بعد موتها :

أولا : إفراز المخاط على جسم السمكة (سطحها الخارجى) Release of mucus :

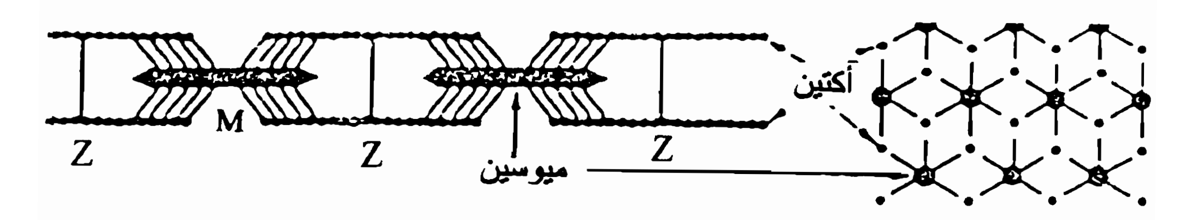
تفرز الغدد المخاطية التى توجد داخل جلد السمك طبقة من المخاط على جسم السمكة الخارجى وتختلف كمية وسمك طبقة المخاط بإختلاف أنواع الأسماك فقد تكون هذه الطبقة رقيقة السمك غير ملحوظة وقد تصل إلى حوالى 2.5٪ من وزن السمكة . ويتكون هذا المخاط بصفة أساسية من جلوكوبروتين يعرف بالميوكين mucin ويعتبر وسطا مناسبا وبيئة صالحة لنمو البكتريا فتنتج رائحة قوية غير مرغوبة نتيجة تكاثر البكتريا على سطح الأسماك تمهيدا لغزو الأنسجة الداخلية .

ثانيا : التيبس ما بعد الموت Rigor mortis :

تعرف حالة تصلب العضلات التى تحدث بعد موت الأسماك بتيبس (تصلب) ما بعد الموت وتسببها سلسلة من التغيرات الكيموحيوية المعقدة . ولا تختلف التغيرات التى تسبب حالة التيبس عن التغيرات الكيماوية التى تحدث بإنقباض العضلات فى الأسماك الحية إلا فى إشارة البدء التى تحدث فى الأسماك الحية بتنبيه عصبى تنتقل إشاراته من المخ إلى العضلات فتفرز أيونات الكالسيوم التى تربط بروتينى الميوسين والأكتين فيتكون بروتين الأكتوميوسين المسئول عن حالة الإنقباض ، أما فى العضلات بعد الموت فتحدث نفس سلسلة التفاعلات السابقة ولكن ببطء كبير ويتم إفراز أيونات الكالسيوم بميكانيكية أخرى غير التنبيه العصبى نظرا لموت السمكة وتوقف الإشارات المرسلة من المخ .

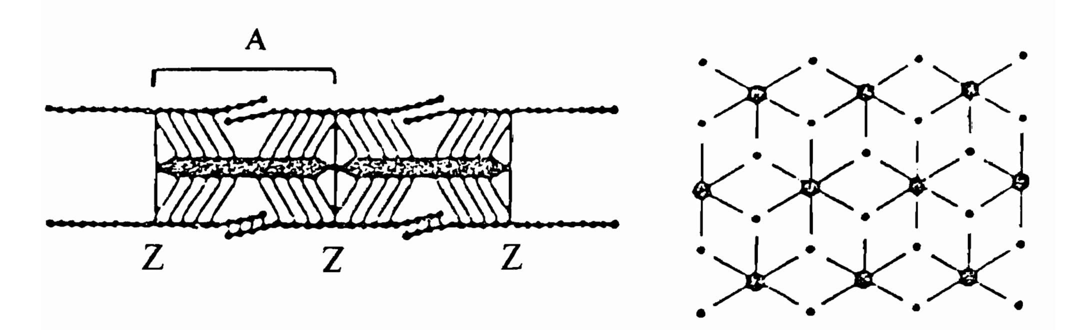
وبعد موت السمكة يحدث تحطيم للمركبات العضوية بواسطة إنزيمات الأنسجة والتى تظل نشطة حتى بعد الموت . ففى المراحل الأولى يتحطم الجليكوجين بدرجة أسرع من المركبات العضوية الأخرى (تحت ظروف لا هوائية) مما يؤدى إلى تراكم حامض اللاكتيك فى العضلات وبالتالى ينخفض رقم الحموضة (pH) فتنشط الإنزيمات التى تقوم بتحليل مركبات الفوسفات . وأول أنواع الفوسفات التى تتحلل هى فوسفات الكرياتين التى تتحلل إلى كرياتين وفوسفات ، ثم يلى ذلك تحلل الأدينوزين ثلاثى الفوسفات ATP فيتكون أدينوزين ثنائى الفوسفات ADP وحمض فوسفوريك .

ومن المعروف أن وجود مركب الـ ATP فى العضلة بتركيز معين يؤدى للإحتفاظ ببروتينى الميوسين والأكتين منفصلين عن بعضهما فى صورة غير مرتبطة فلا يحدث إنقباض للعضلات (شكل 7-6) ويؤدى تحطيم مركب ATP إلى حدوث إرتباط بين بروتينى الميوسين والأكتين لتكوين مركب الأكتوميوسين الذى يؤدى تكوينه إلى تصلب وإنقباض العضلات بعد موت الأسماك وتحدث حالة التيبس ما بعد الموت



شكل 7-6 : لويفات عضلية لعضلات مرتخية

ويوضح الشكل (7-7) ميكانيكية حدوث إنقباض العضلات حيث تقترب ألياف الأكتين والميوسين من بعضها فيقصر طول الساركومير فاللويفة العضلية فالليفة العضلية فالعضلة ككل فتنقبض .



شكل 7-7 : لويفات عضلية لعضلات فى مرحلة التيبس

وبحدوث إنخفاض لقيمة الأس الهيدروجينى للعضلة (pH) بهدم الجليكوجين والنيوكليوتيدات ينخفض رقم pH الأسماك من حوالى 6.9-7 إلى حوالى 6.3-6.4 وبتكوين الأكتوميوسين كذلك أثناء عملية التيبس تقل مقدرة بروتينات العضلات على الإرتباط بالماء . وبزوال التيبس أثناء التخزين يبدأ رقم الـ pH فى الإرتفاع تدريجيا مرة أخرى وتزداد مقدرة بروتينات العضلات على الإرتباط بالماء ولكن هذه المقدرة لا تعود أبداً إلى سيرتها الأولى قبل بدء التيبس ولكن تظل عند مستوى أقل .

ويوضح الجدول (7-5) زمن بدء التيبس بعد موت بعض أنواع الأسماك وفترة استمراره بالساعة حيث يعتمد ذلك على طريقة موت الأسماك ودرجة الحرارة وظروف التخزين .

جدول (7-5) : الزمن اللازم لبدء حدوث التيبس ما بعد الموت وطول فترة استمراره فى بعض أنواع الأسماك .

نوع السمك	درجة الحرارة م°	الزمن اللازم لبدء التيبس (بالساعة)	فترة استمرار التيبس (بالساعة)
هادوك haddock	1	35	90-70
	5	10	60
	10	4	36
	15	2	10
الرنجة atlantic herring	7-6	5-3	15-8
	13-11	2-1	6-3

المصدر : Zaitsev *et al.* (1969)

وتختلف الأسماك عن حيوانات اللحم فى صلاحية لحومها تكنولجيا للتصنيع الغذائى فى مرحلة تيبس ما بعد الموت . فلحوم الحيوانات لا تصلح تكنولوجيا للتصنيع فى مرحلة التيبس بسبب إنخفاض قدرة بروتيناتهاعلى الإرتباط بالماء فتتكمش عند الطبخ أو بسبب نقص درجة الذوبان للبروتينات فتكون اللحوم خشنة أو بسبب إنخفاض ذوبان بروتين الميوسين فتصبح قابلية بروتينات اللحم لإستحلاب الدهن ضعيفة خاصة عند صناعة السجق . أما فى الأسماك فإن التيبس لا يؤثر على صفات لحومها بدرجة كبيرة حيث ينخفض الـ pH أثناء التيبس إلى 6.3-6.4 فقط بدلا من إنخفاضه إلى 5.4 فى لحوم الحيوانات كالمواشى والأغنام وتحتفظ بروتينات عضلات الأسماك بنسبة أكبر من مائها فى مرحلة التيبس فلا ينفصل سائل ناضح بنسبة كبيرة كما هو الحال فى عضلات حيوانات اللحم . وموجز القول أنه يمكن تصنيع لحوم الأسماك إلى منتجات أخرى حتى لو كانت فى مرحلة التيبس عكس الحال فى حيوانات اللحم الأخرى .

ثالثا : التحلل الذاتى Autolysis

يعرف التحلل الذاتى بأنه العملية التى تتحطم فيها دهون وبروتينات الأنسجة بفعل انزيمات تحليلهما ، وهناك رأى آخر يعتبر التحلل الذاتى هو جميع عمليات التحلل الانزيمى التى تحدث فى الانسجة بعد الموت ، بدءا بعملية تحطيم الجليكوجين وما يليهما من عمليات تحلل إنزيمى للمركبات الأخرى فى الأنسجة . ونظرا لان البروتينات هى المركبات الرئيسية فى أنسجة الأسماك لذلك قد تعتبر عملية تحلل البروتينات فى انسجة الأسماك نتيجة لفعل انزيمات البروتيوزات Proteases هى بداية حدوث التحلل الذاتى .

وبإنخفاض pH أنسجة الأسماك بعد الموت وأثناء التيبس تنشط انزيمات الكاثبسين Cathepsins وتبدأ فى تحليل البروتين فتتحطم البروتينات جزئيا فتزيد الشحنات الكهربية على سطحها وتزيد مساحة سطحها فترتفع مقدرتها على الارتباط بالماء ، ويعقب ذلك تحلل بعض أجزاء البروتينات إلى وحدات أصغر تنتهى بإنفراد الأحماض الأمينية . كما تتحطم أيضا الأحماض النووية وتنفرد قواعد البيورين والبريميدين . وتحلل الدهون وتنفرد الأحماض الدهنية الحرة.

ولا تعتبر نواتج تحلل البروتينات والدهون فى أول مراحلها دليلا على فساد الأسماك ، إلا أن تراكم هذه النواتج بكميات أكبر نسبيا وتحطمها هى الأخرى لنواتج ذات روائح غير مرغوبة يعتبر بداية لمرحلة الفساد .وبطبيعة الحال تحدث أيضا فى مرحلة التحلل الذاتى تغيرات فى تركيب الأنسجة فيتغير قوام لحم السمك ويصبح أكثر

طراوة وينفصل إلى طبقات بسبب تحلل الأنسجة الضامة التى تربط بين الفصوص . وأثناء التحلل الذاتى تنشط الميكروبات على نواتج تحليل البروتين والتى تكون بيئة مناسبة لنموها .

رابعا : الهدم البكتيرى Bacterial decomposition

بعد موت الأسماك مباشرة تكون عضلاتها شبه خالية من البكتريا ولكن تتواجد أعداد كبيرة من البكتريا على السطح الخارجى أو على الخياشيم أو فى الأحشاء الداخلية . وعند موت الأسماك تبدأ البكتريا فى غزو الأنسجة الداخلية من مختلف المناطق الملوثة بها. وتزداد معدلات نمو البكتريا بعد زوال التيبس الرمى عندما يحدث تفكك للأنسجة العضلية وتمتلئ الفراغات بينها بسوائل تعطى الفرصة لنمو البكتريا وتكاثرها وبعد حدوث التحلل الذاتى تصبح نواتج تحليل البروتين من أحماض أمينية ومركبات نتروجينية لا بروتينية بيئة تناسب تماما نمو البكتريا .

وقد وجد أن سرعة الفساد البكتيرى تزداد بزيادة نسبة المركبات النتروجينية اللابروتينية حيث ثبت أن لحم أسماك المياه المالحة يفسد بكتيريا بسرعة أكبر من أسماك المياه العذبة لزيادة نسبة المركبات النتروجينية اللابروتينية فى أسماك المياه المالحة . كما وجد أيضا أن الأسماك التى تحتوى على كمية أكبر من الهستيدين مثل الاسقمرى (ماكريل) والسردين والتونة تفسد بمعدل أسرع من الاسماك التى تحتوى على كميات اقل من الهستيدين . وينتج عن الفساد البكتيرى فى الأسماك مركبات عضوية ذات روائح كريهة يستدل منها على فساد الأسماك .

5–7 حفظ وتخزين وتصنيع الأسماك
Preservation, Storage and Processing of Fish

تعتمد الطرق المختلفة لحفظ الأسماك على اتباع الوسائل التى تثبط أو توقف – لحد كبير – نشاط العوامل التى تؤدى لفسادها مثل الأحياء الدقيقة والإنزيمات والتفاعلات الكيماوية . ومن أهم الوسائل التى تستخدم فى حفظ الأسماك الحرارة العالية ، الحرارة المنخفضة ، التجفيف ، التمليح ، التدخين ، الهواء معدل التركيب ، المواد الحافظة الكيماوية والأشعة الذرية وهى نفس الوسائل المستخدمة فى حفظ الأغذية بوجه عام . وقد يتسبب إستخدام إحدى هذه الوسائل فى حفظ الأسماك فى حدوث تدهور نسبى فى أحد معايير جودتها اثناء تخزينها وهذا بالطبع أفضل بكثير من أن تتلف الأسماك تلفا كاملا وتشكل فاقدا لا يستهان به إقتصاديا لو لم تستغل التقنيات المختلفة لحفظها .

وتنقسم طرق حفظ الأسماك بوجه عام إلى طرق تعتمد على جعل الأسماك بيئة غير صالحة لنشاط عوامل فسادها (بالتحكم فى درجة حرارة البيئة أو رطوبتها) أو بطرق تعتمد على التصدى المباشر لعوامل الفساد على البيئة (الأسماك) من أحياء دقيقة أو انزيمات أو تفاعلات كيماوية بتثبيطها جزئيا أو كليا أو تدميرها .. أى تعتمد طرق حفظ الأسماك على :

أولا: التحكم فى درجة الحرارة Temperature control : وذلك بالحفظ باستخدام درجات الحرارة المنخفضة مثل : التبريد والتجميد أو بالحفظ باستخدام درجات الحرارة المرتفعة مثل : التعقيم التجارى .

ثانيا : التحكم فى الرطوبة Moisture control : بالتجفيف ، بالتبريد ، بالتمليح ، أو بالتجفيف الجزئى مع استخدام طرق حفظ أخرى .

ثالثا : طرق التثبيط المباشر للميكروبات و / أو عوامل الفساد : باستخدام الأشعة المؤينة ، المضادات الحيوية أو المواد الحافظة الكيماوية .

وهناك طرق حفظ تعتمد على استخدام عدة مضادات للميكروبات فى آن واحد حيث أن التأثير الحافظ لكل مضاد منها لا يعطل الفساد الميكروبى أو عوامل فساد الأغذية الأخرى بدرجة كافية لكى يصلح كعامل حفظ مستقل ومثال ذلك طريقة حفظ الأسماك بالتدخين حيث يعتمد عمل الحفظ على التجفيف الجزئى للأسماك ، والحرارة المستخدمة فى بعض طرق التدخين قد يكون لها أثر قاتل للميكروبات ، وللمركبات

العضوية المتصاعدة كنواتج الدخان تأثير مثبط للميكروبات ومضاد للأكسدة هذا بالإضافة إلي التأثير الحافظ لملح الطعام المضاف للمنتجات المدخنة .... وهكذا .

1-5-7 تبريد Chilling الأسماك :

يطلق على عملية خفض درجة حرارة الأسماك لتقترب من نقطة تجمدها بعملية التبريد . ويؤدى إنخفاض درجة حرارة الأسماك بالتبريد (لحوالى صفر°م) إلى تأخير التفاعلات الكميوحيوية والكيماوية والنشاط الميكروبيولوجى أى تأخير عوامل إحداث الفساد مما يؤدى لإطالة فترة حفظها . وتعتمد طول فترة حفظ أو صلاحية الأسماك على درجة التلوث الإبتدائى وطريقة التبريد وظروف تخزين الأسماك ونوعها. وعادة ما تتراوح فترة صلاحية الأسماك المبردة بين 3 إلى 10 أيام على درجة حرارة فى حدود صفر°م . وتتراوح نقطة تجمد الأسماك بين -0.6 ، -2°م طبقا لنوع الأسماك وتركيز السوائل داخل خلاياها .

فعند موت الأسماك ترتفع درجة حرارة أنسجتها بسبب هدم بعض المواد فى الأنسجة العضلية كالكربوهيدرات وإسترات الفوسفات . والطاقة التى تنتج من جراء عمليات الهدم تتحول إلى طاقة حرارية حيث أنها لا تستخدم فى عمليات فسيولوجية بالجسم كما هو الحال فى الأسماك الحية . وكلما خفضت درجة حرارة الجسم بعد موت الأسماك بسرعة أكبر وزاد معدل تبريدها أمكن إبطاء معدل التفاعلات الكيموحيوية وتأخير حدوث الفساد . وقبل إجراء عملية التبريد يجب إجراء تدريج الأسماك إلى أصناف واحدة وأحجام متقاربة حيث يساعد تجانس الأسماك على توحيد جودتها أثناء وبعد فترة التخزين .

طرق تبريد الأسماك : تختلف الطرق المستخدمة فى تبريد الأسماك إلا أنها تقسم بصفة رئيسية إلى قسمين :

أ- طرق تبريد الأسماك بمادة تبريد متجانسة كالتبريد بالهواء أو بمحلول بارد .

ب- طرق التبريد بالثلج .

وعادة لا يفضل إستخدام الهواء البارد فى تبريد الأسماك غير المغلفة لأن الأسماك تبرد ببطء فى الهواء كما يحدث تدهور لمظهرها سواء أثناء التبريد أو أثناء التخزين بالتبريد وكلما زادت نسبة الرطوبة فى الأسماك زادت كمية الرطوبة المتبخرة منها عند تبريدها بالهواء البارد مما يؤدى إلى حدوث جفاف سطحى لها أثناء التبريد .

أ- التبريد بالسوائل :

تبرد الأسماك بهذه الطريقة بغمرها فى سائل تبريد سواء الماء البارد أو محلول ملحى بارد أو ماء البحر البارد . وعادة يفضل إستخدام المحاليل الملحية فى حدود تركيز 2-3٪ حتى يمكن تبريد الأسماك لدرجة حوالى -1°م . ويتميز التبريد بالسوائل بالتجانس حيث تكون درجة الحرارة متساوية حول الأسماك من جميع الجهات فيحدث إنتقال حرارى سريع ومتجانس . ويتميز التبريد بالسوائل بكفاءته وسرعته العالية عند مقارنته بالتبريد بالهواء حيث يكون معامل الإنتقال الحرارى فى التبريد بالسوائل أعلى كثيراً . ويمكن التعبير عن عملية التبريد بالمعادلة التالية :

$$Q_h = \alpha \, A \, (t_{fish} - t_c) \, k_j/h$$

حيث : Q_h عبارة عن كمية الحرارة التى تنتقل من الأسماك إلى وسط التبريد المتجانس بالكيلوجول / ساعة .

α عبارة عن معامل إنتقال الحرارة فى الـ م2 × ساعة × درجة الحرارة .

A مساحة سطح السمك (م^2) .

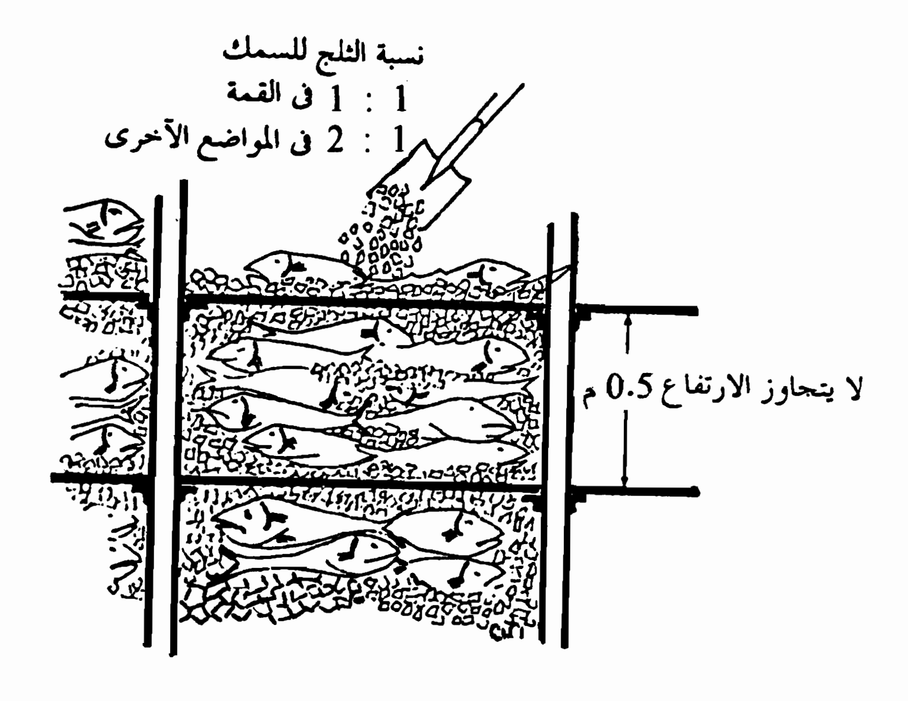
t_{fish} درجة حرارة السمك م° ، tc درجة حرارة سائل التبريد م° .

وفى سفن الصيد الكبيرة يتم تبريد الأسماك بمجرد صيدها بإستخدام ماء البحر بعد تبريده ، وتستغرق عملية التبريد بضعة دقائق فى الأسماك صغيرة الحجم لتصل إلى حوالى نصف ساعة فى الأسماك كبيرة الحجم . وتبلغ نسبة وزن السمك : ماء البحر كنسبة 1 : 2 وتكون درجة حرارة ماء البحر أو المحلول الملحى حوالى -2°م . وتتم هذه العملية بوضع الأسماك فى سلال متقبة وتغمر فى أحواض كبيرة مملوءة بمحلول ملحى مبرد حتى يتم تبريدها إلى الدرجة المطلوبة ثم تسحب السلال وتترك لتصفى لمدة دقيقة واحدة . تعبأ الأسماك المبردة فى صناديق التعبئة وتوضع فى طبقات متبادلة مع الثلج المجروش . وتمكن تخزين صناديق الأسماك المعبأة فى مخازن تبريد على -2°م .

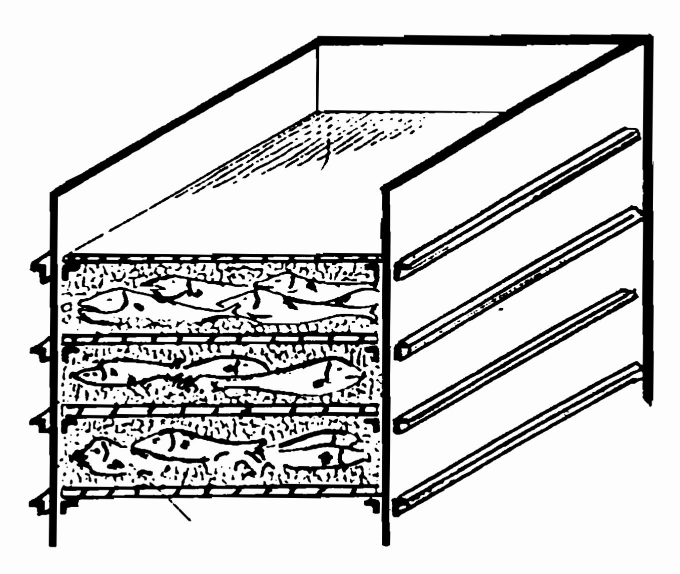
ب- التبريد بالثلج المجروش :

يتم فى هذه الطريقة تغطية قاع صناديق التعبئة بطبقة من الثلج المجروش ثم توضع طبقة من الأسماك وتتبادل طبقات الثلج المجروش والأسماك حتى تمتلئ صناديق التعبئة ولا يزيد وزن الأسماك فى صناديق التعبئة عادة عن 20 كجم حتى لا يزيد الضغط على الطبقات السفلية . وعادة ما يخلط الثلج المجروش مع الأسماك بنسبة 1 : 1 أو 1 : 2 . ويجب أن تكون صناديق التعبئة متقبة من أسفل حتى لا تسمح

بتراكم الماء الناتج عن إنصهار الثلج مما يؤدى إلى سرعة فساد الأسماك فى الطبقات السفلية . ويجب أن تكون جودة المياه المستخدمة لإنتاج الثلج هى نفس مقاييس جودة مياه الشرب فلا تزيد أعداد البكتريا فى السم3 على 100 وأن تكون خالية من ميكروب *E. coli* . ويوضح شكلى 8.7 ، 9.7 . الطريقة السليمة لتبريد الأسماك بالثلج المجروش وكيفية ترتيب صناديق تعبئة الأسماك وتوزيع الثلج بطريقة سليمة لضمان التبريد الجيد . أما الشكل 10.7 فيوضح طريقة غير سليمة لتبريد الأسماك بالثلج المجروش حيث لا تغطى أسماك الطبقة العلوية بكمية كافية من الثلج مما يقلل من كفاءة التبريد كما لا يفصل بين طبقات الأسماك طبقات من الثلج المجروش ، كذلك تكون كمية الأسماك فى صندوق التعبئة كبيرة بحيث تضغط على الطبقات السفلية منها مما يؤدى لفقد فى وزن أسماك الطبقات السفلية .



شكل 7-8 : الطريقة الصحيحة لتبريد الأسماك بالثلج المجروش .



شكل 7-9 : ترتيب صناديق الأسماك وتوزيع الثلج بطريقة سليمة للتبريد الجيد .

كمـية الثلج التى تغطى
السمك غير كافيـة

كمية الثلج التى تفصل
بين الاسماك غير كافيـة

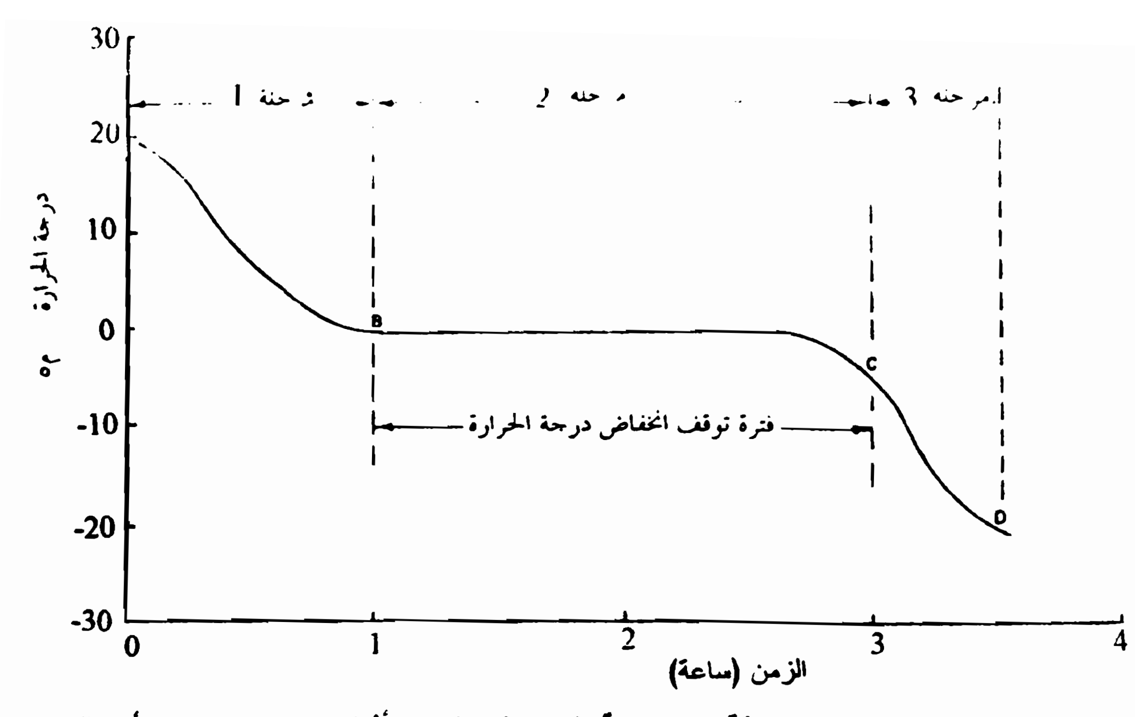
السمك فى الطبقات السفلى يتعرض
الضغط يؤدى لفقد فى الوزن

شكل 7-10 : طريقة غير سليمة لتبريد الأسماك .

2-5-7 تجميد Freezing الأسماك

يقصد بتجميد الأسماك خفض درجة حرارة أنسجتها إلى درجات دون تجمد الماء وذلك للعمل على تجميد العصير الخلوى . وتجمد الأسماك على درجات حرارة تتراوح بين -12°م إلى -30°م . وبتجميد الأسماك تحدث تغيرات بيولوجية وكيماوية عديدة حيث تثبط الميكروبات على السطح الخارجى للأسماك أو بداخل أنسجتها كما قد يحدث نقص لأعداد البكتريا بعد التجميد مباشرة يعتمد معدله على معدل التجميد . كما وقد يحدث أثناء عملية التجميد أيضا هدم للجليكوجين وتكوين حامض اللاكتيك وذلك عند درجات حرارة من -2.5 إلى -3.7°م ثم يثبط إنتاج حامض اللاكتيك وذلك عند درجات حرارة أقل من ذلك . وأثناء عملية التجميد وخلال فترة التخزين تحدث أيضا تغيرات فى البروتين كالدنترة كما تحديث تغيرات هستولوجية فى الأنسجة العضلية . وعند درجة حرارة -12°م لا يمكن للبكتريا والفطريات أن تنمو على سطح الأسماك بسبب غياب الرطوبة الحرة اللازمة للتمثيل الغذائى للكائنات الحية الدقيقة .

ويتراوح المحتوى الرطوبى للأسماك بين 60-80٪ وتبدأ الأسماك فى التجمد عند درجات حرارة تتراوح بين -1 إلى -3°م . ويوضح الشكل (7-11) مراحل تجميد الأسماك ، ففى المرحلة الأولى للتبريد تنخفض درجة حرارة الأسماك بسرعة إلى أقل من الصفر المئوى بقليل . وفى أثناء المرحلة الثانية يجب التخلص من كمية كبيرة من الحرارة دون تغير واضح فى درجات الحرارة وذلك لتحويل معظم الماء (صورة سائلة) إلى ثلج (صورة صلبة) وتعرف هذه المرحلة بالمرحلة الحرجة critical zone وفى هذه المرحلة يتحول حوالى 75٪ من الماء فى النسيج العضلى إلى ثلج . إما فى المرحلة الثالثة فتنخفض درجة الحرارة بسرعة عند التخلص من كمية بسيطة من الحرارة .

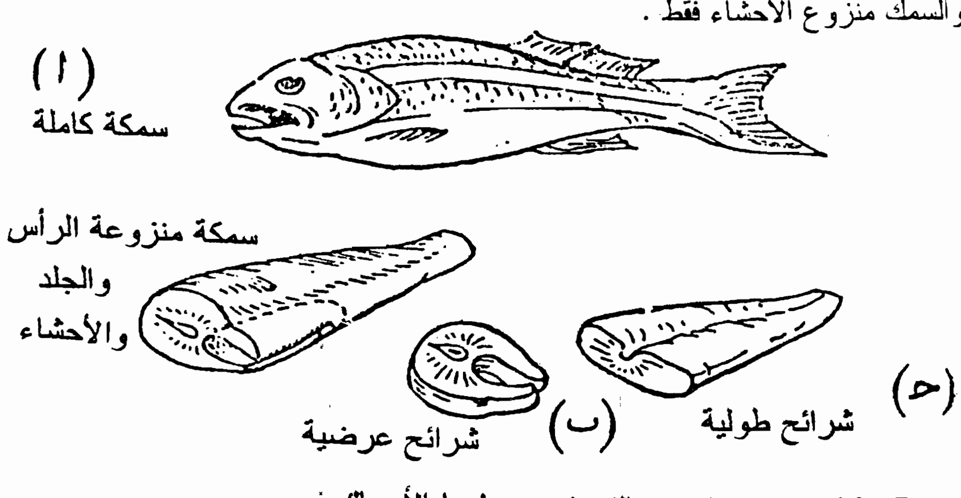


شكل 7-11 : العلاقة بين درجة الحرارة والزمن أثناء تبريد وتجميد الأسماك.

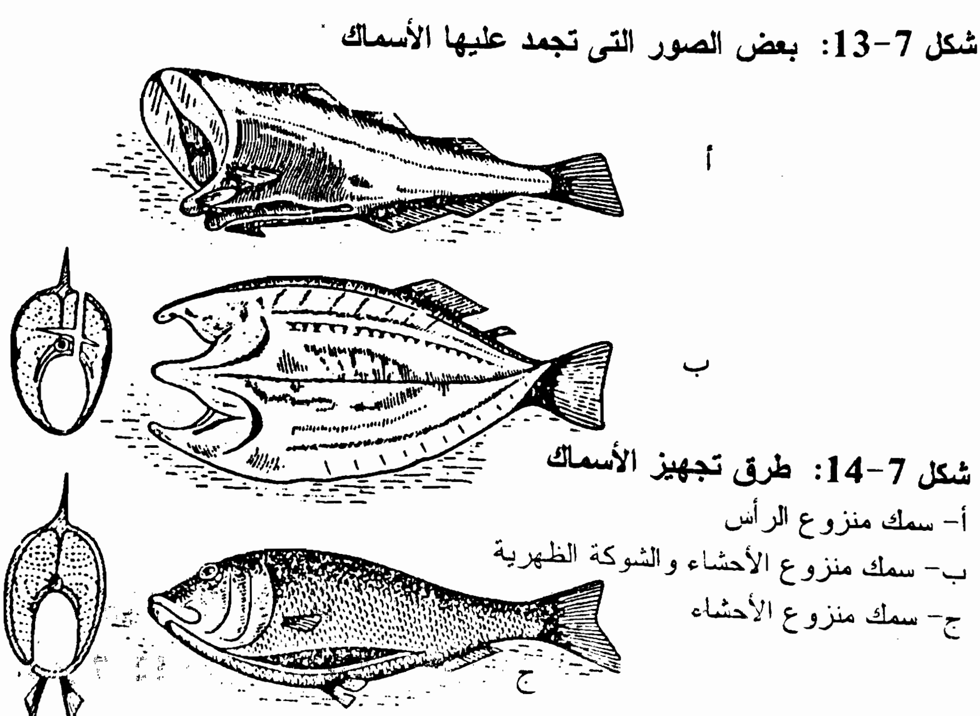
أما شكل (7-12) فيوضح العلاقة بين درجة الحرارة وكمية الماء المتجمد فى عضلات الأسماك فمع الوقت تنخفض درجة حرارة السمك إلى حوالى -5°م وعندئذ تبلغ نسبة الماء المتجمد فى عضلات الأسماك حوالى 75٪ وحتى -30°م يظل حوالى 10٪ من الماء فى عضلات الأسماك فى صورة غير متجمدة .

شكل 7-12: النسبة المئوية للماء المتجمد فى عضلات الأسماك على درجات حرارة مختلفة .

الصور التى تجمد عليها الأسماك : تجمد الأسماك الصغيرة عادة حالتها الكاملة أما الأسماك كبيرة الحجم فيفضل تقطيعها إلى أجزاء مناسبة من حيث الوزن تبعا لمقدرة المستهلك الشرائية ، وعادة ما تقطع إلى شرائح طولية خالية من العظم fillets أو شرائح عرضية round steaks ويوضح الشكل (7-13) بعض الصور التى يمكن تجميد الأسماك عليها . أما الشكل (7-14) فيوضح بعض طرق تجهيز الأسماك الأخرى كالسمك منزوع الرأس والأحشاء والسمك منزوع الأحشاء والسلسلة الظهرية ، والسمك منزوع الأحشاء فقط .



شكل 7-13: بعض الصور التى تجمد عليها الأسماك



شكل 7-14: طرق تجهيز الأسماك

أ- سمك منزوع الرأس

ب- سمك منزوع الأحشاء والشوكة الظهرية

ج- سمك منزوع الأحشاء

طرق تجميد الأسماك : تستخدم طرق عديدة لتجميد الأسماك تختلف من دولة لأخرى ومن مصنع لآخر ويمكن شرح بعض أهم هذه الطرق فيما يلى :

أ. أجهزة التجميد بالهواء الساكن Sharp freezers

وتتكون هذه الأجهزة من غرفة معزولة تحتوى على رفوف تتكون من مواسير يمر بداخلها سوائل التبريد . وتعبأ الأسماك عادة فى عبوات صغيرة من 2.3 - 4.6 كجم من الشرائح الطولية أو العرضية أو الأسماك صغيرة الحجم الكاملة . ويجب ترك فراغ فى العبوات لتجنب تمزقها عند تمدد محتوياتها أثناء التجميد . ومن أهم عيوب تلك الطريقة بطئ معدل التجميد حيث يستغرق زمن التجميد حوالى 15 ساعة لكى تصل درجة حرارة السمك إلى حوالى −18°م عندما تكون درجة حرارة المبخر بين −21 إلى −29°م وكان سُمك عبوات السمك من 5−6.4 سم .

ب. أجهزة التجميد بتيار الهواء Air blast freezers

وهى عبارة عن حجرات صغيرة أو أنفاق يمرر فيها الهواء البارد بمرواح توضع فوق المبخرات التى يمر بها سائل التبريد . وتستخدم هذه المجمدات فى تجميد الجمبرى وشرائح الأسماك ومنتجات الأسماك المختلفة . ويجب أن تغلف المنتجات السمكية بأغلفة تمنع نفاذ الرطوبة حتى لا يحدث جفاف سطحى لهذه المنتجات . وتعمل معظم هذه الأجهزة على درجة حرارة −34°م أو أقل وتكون سرعة الهواء فيها من 2.6−5.2 م/ث . ويفضل حماية منتجات الأسماك من الجفاف إذا ما زادت سرعة الهواء عن 2.6 م/ث .

ج. المجمدات بألواح الملامسة Contact plate freezers

تتكون هذه المجمدات من غرفة معزولة بها مجموعة من الألواح الأفقية التى تتحرك رأسيا لتقترب من بعضها . ويمر سائل التبريد فى أنابيب توجد داخل هذه الألواح . حيث تعبأ المنتجات السمكية فى عبوات مناسبة متجانسة الأبعاد وتوضع على الألواح الأفقية حيث تحرك هذه الألواح لتقترب من بعضها البعض وتلامس أسطح العبوات فيحدث الإنتقال الحرارى من قمة وقاع العبوات فيختصر الزمن اللازم للتجميد

د. التجميد بالغمر فى سائل التبريد Immersion freezing

يعتبر نظام التجميد بالغمر فى سائل التبريد من طرق التجميد السريع حيث تغمر الأسماك إما فى محلول ملحى درجة حرارته منخفضة (حوالى −30°م) أو النيتروجين السائل أو الفريون (R−12) . وقد نجح إستخدام هذا النوع فى تجميد التونة والسالمون والجمبرى والكابوريا ، وكان المحلول الملحى لكلوريد الصوديوم هو المناسب لهذه العملية . وأقترح حديثاً إضافة الجلوكوز أيضا لهذا المحلول ليعمل على إختراق الملح للمنتج كما يكون طبقة جلزنة مناسبة . واستخدم أيضا النيتروجين السائل والفريون فى تجميد الكابوريا والجمبرى وشرائح الأسماك فكانت جودة تلك المنتجات عالية إلا أنه لوحظ بعض الإبيضاض فى المنتجات المجمدة بالنيتروجين السائل.

وتجدر الإشارة فى هذا الصدد إلى أن تجميد الأسماك وتخزينها مجمدة عبارة عن مرحلتين منفصلتين حيث عادة ما تجرى الأولى على درجات حرارة أقل (حوالى −30°م) أما الثانية فتتم فى مخازن خاصة على درجة حرارة غالبا −18°م .

7-5-3 تخزين الأسماك المجمدة

تخزن الأسماك المجمدة عادة لمدد تتراوح بين 6−9 أشهر عند درجة حرارة تتراوح بين −18 إلى − 23°م . ويفضل تخزين الأسماك الدهنية التى يخشى من حدوث تزنخ سريع فيها على درجة حرارة أقل من −29°م . وفى جميع الأحوال يجب تجنب حدوث تذبذب فى درجات الحرارة أثناء التخزين حيث يؤدى ذلك لنمو البللورات الثلجية وكبر حجمها مما يؤدى لتمزق أنسجة الأسماك ويزيد من كمية السائل الناضح drip أثناء التسييح . ويوضح الجدول التالى فترات صلاحية بعض أنواع الأسماك المجمدة (جدول 7−6) أما جدول (7−7) فيوضح فترة صلاحية مجموعة الأسماك ذات العضلات البيضاء ، ذات العضلات الحمراء والمخزنة بالتجميد على درجات حرارة مختلفة .

جدول 7-6 : فترة صلاحية الأسماك الكاملة أو شرائحها المجلزنة والمغلفة والمخزنة بالتجميد على درجة حرارة -18°م

الصنف		فترة الصلاحية بالشهور	
		جودة عالية	جودة متوسطة
اسقمرى (ماكريل) سالمون رنجة ثعبان سمك* سردين*	أسماك دهنية	3-2	6-4
قد هادوك بورى* قاروص* بلطى* مكرونة*	أسماك نصف دهنية ولحمية	4-3	10-7

المصدر : Cutting and Spencer, 1968 - *Hassan, 1983, 1998.

جدول7-7: فترة صلاحية الأصناف المختلفة من الأسماك على درجات حرارة مختلفة

نوع السمك	فترة الصلاحية بالشهور عند درجات حرارة مختلفة		
	9-	21-	29-
أسماك ذات عضلات بيضاء منزوعة الأحشاء	1	4	8
أسماك ذات عضلات بيضاء مدخنة	1	3.5	7
سمك رنجة كامل (عضلات حمراء)	1	3	6
سمك رنجة أو سالمون مدخن	4	2	4.5

المصدر : Slâvin (1968) :

أولا : الرطوبة النسبية فى مخازن التجميد :

يبلغ المحتوى الرطوبى للأسماك المجمدة حوالى 75-80٪ أى أن الضغط البخارى للماء على سطح هذه الأسماك عالى . وعندما تنخفض الرطوبة النسبية فى جو مخازن التبريد ينخفض الضغط البخارى للهواء عن الضغط البخارى على سطح

الأسماك مما يؤدى بالطبع إلى فقد رطوبة من الأسماك المجمدة لترتفع الرطوبة النسبية فى جو مخزن التجميد ويحدث إتزان للضغط البخارى . ويؤدى فقد الرطوبة من الأسماك المجمدة إلى حدوث جفاف سطحى للحم الأسماك ويصبح قوام الأسماك متليفا وطباشيريا ويتغير اللون وبزيادة فقد الرطوبة من الطبقة الخارجية للحم الاسماك يحدث مايعرف بلسعات المجمد Freezer burn ويمكن تقليل فرصة حدوث هذا العيب برفع الرطوبة النسبية فى مخازن التجميد إلى 90٪ على الأقل .

ثانيا : درجة الحرارة :

سبق الاشارة إلى أن إنخفاض درجة الحرارة فى مخازن حفظ الاسماك المجمدة يطيل من مدة الحفظ ، فعادة ماتستخدم درجة حرارة -18°م لإعتبارات إقتصادية ولكن يؤدى خفض درجة الحرارة عن ذلك أثناء التخزين إلى إطالة فترة الصلاحية وزيادة درجة جودة الأسماك . ومن الأهمية بمكان الحفاظ على ثبات درجة الحرارة حيث يؤدى تذبذب درجات الحرارة فى مخازن التجميد إلى نمو البللورات الثلجية وكبر حجمها مما يؤدى لحدوث تغير فى مظهر الأسماك بسبب تغير درجة إنكسار بللورات الثلج كما قد يحدث تمزق للأنسجة العضلية والذى يؤدى بدوره إلى زيادة كمية السائل الناضح أثناء تفكيك الأسماك المجمدة (تسييحها thawing).

ثالثا : حماية الأسماك المجمدة أثناء التخزين :

يؤدى تعرض الأسماك المجمدة للهواء إلى حدوث فقد الرطوبة كما سبق الإشارة ، وكذلك حدوث أكسدة للدهن فتنتج نكهات غير مرغوبة تقلل من درجة جودة الأسماك وبزيادة أكسدة الدهون خاصة فى الطبقة تحت الجلد يحدث مايعرف بعيب التصدأ Rusting حيث تؤدى أكسدة الدهن تحت الجلد إلى إصفرار الأسماك . ولإطالة فترة صلاحية الأسماك والمحافظة على جودتها يجب تجنب الجفاف والأكسدة قدر الامكان وذلك بإتباع إحدى الوسيلتين التاليتين أو كلاهما معا :

أ- التغليف : Packing : يفضل تغليف الاسماك بمواد تغليف قليلة النفاذية لبخار الماء والأكسجين على أن تكون هذه المواد ملتصقة بالأسماك قدر الإمكان لمنع الفراغات الهوائية التى يؤدى وجودها لسرعة أكسدة دهن الأسماك .

ب- التزجيج Glazing: عادة يصعب تغليف الأسماك الكاملة حيث تؤدى الزعانف إلى تمزيق الأغلفة لذلك يفضل حمايتها بإجراء عملية التزجيج وهى العملية التى يتم فيها تغطية سطح السمكة كله بطبقة رقيقة من الثلج تعمل كغلاف واقى يحمى الأسماك

من الجفاف والأكسدة بالهواء . وتتم عملية التزجيج بغمر الأسماك المجمدة (على درجة حرارة من −8 إلى 23−°م) في ماء بارد درجة حرارته 1−2°م فتتكون طبقة رقيقة من الثلج تعرف بالقشع glaze حول الأسماك . فعند غمر الأسماك المجمدة على −18°م لمدة 30 ثانية في الماء البارد تتكون حول الأسماك طبقة رقيقة زجاجية من الثلج تقدر بحوالي 2٪ من وزن السمك أما إذا زادت فترة الغمر إلى 120 ثانية فيزداد سمك طبقة الثلج لتمثل حوالي 3.5٪ من وزن الأسماك . ويعيب عملية النقع إحتمال حدوث تلوث للاسماك لذلك قد يستعاض عنها برش الماء البارد على الأسماك عن طريق أدشاش . وتتميز الأسماك المزججة بنكهة أفضل ومظهر زجاجي لامع مرغوب. ويفضل في حالة الأسماك الدهنية إضافة مضادات أكسدة لمحلول التزجيج مثل حامض الأسكوربيك ، حامض الستريك ، الجلوتامات أحادي الصوديوم ، حمض نورديهدروجوايارتيك حيث تؤدي بعض الإضافات السابقة إلى تأخير أكسدة الدهون وإطالة فترة صلاحية الأسماك المجمدة.

رابعا : دنترة البروتينات ، وتفكك الأنسجة : تحدث للأسماك المجمدة أثناء تخزينها تغيرات في طبيعة بروتيناتها تعرف بالدنترة وتعتمد كمية البروتين المدنتر على درجة حرارة مخازن التجميد وطول فترة التجميد وتؤدي عملية دنترة بروتينات اللويفة إلى خشونة وجفاف وتليف لحم الاسماك وعند تقدم الدنترة تعاني الاسماك بعد تفكيكها من نضح leaching out السوائل بما تحمله من عناصر غذائية ومركبات طعم ونكهة فتقل القيمة التغذوية وتقل جودة الطعم والنكهة كما يتدهور قوام الأسماك ويصبح إسفنجيا .

يربط الفصوص في عضلات الأسماك أنسجة ضامة تجعلها في صورة متماسكة وعند تخزين الأسماك المجمدة لفترة طويلة أو تحت ظروف غير مناسبة يحدث تمزق لهذه الأنسجة الضامة فيظهر لحم الأسماك بصورة مفككة وقوام طري غير مرغوب وتقل فرصة حدوث هذا العيب إذا جمدت الأسماك وهي طازجة دون سابق تخزينها بالتبريد قبل التجميد كما أن انخفاض درجة حرارة مخازن التجميد يقلل أيضا من فرصة ظهور هذا العيب .

خامسا: تغير لون الاسماك المجمدة أثناء التخزين

يعتبر الهيموجلوبين في دم الاسماك والميوجلوبين في عضلاتها هما الصبغتان الرئيسيتان في لحم الاسماك المصادة حديثا والتي يتميز لحمها باللون الأحمر اللامع والذي يتغير بعد الموت بالتدريج إلى اللون البني المحمر لصبغة المتهيموجلوبين

ويتعرض أيضا ميوجلوبين العضلات لنفس التغير اللونى وبتحول إلى المتميوجلوبين . وبتخزين الأسماك المجمدة لفترات طويلة تحدث هذه التغيرات اللونية غير المرغوبة .

7-5-4 تعليب Canning الأسماك :

يهدف تعليب الأسماك فى علب مقفلة معقمة بالحرارة تعقيما تجاريا إلى منع الفساد الذى ينتج بصفة رئيسية من الكائنات الحية الدقيقة خاصة البكتريا المتجرثمة . وتسبق عملية قفل العلب طرد الهواء منها لأن بعض أنواع جراثيم البكتريا الهوائية يمكن أن تقاوم المعاملة الحرارية المستخدمة فى عملية التعقيم التجارى وبالتالى يؤدى عدم وجود الهواء فى المعلبات إلى منع نشاطها أثناء التخزين .

ويبلغ إستهلاك الأسماك المعلبة فى كثير من دول العالم فى حدود 5-10٪ من جملة الكمية الكلية المستهلكة . وتتميز الأسماك المعلبة بإمكان تخزينها لفترات طويلة تصل إلى عامين دون حدوث تغيرات معنوية فى درجة جودتها وذلك إذا ماكانت العلب محكمة القفل تماما بعد المعاملة الحرارية المناسبة وكذلك إذا ماكانت هناك حماية كافية لمعدن العلبة من الداخل لمنع حدوث التفاعل الذى تعرف بالإسوداد الكبريتى بين معدن العلبة والأحماض الأمينية الكبريتية مثل المثيونين والسيستين التى توجد فى بروتينات الأسماك . ويستخدم لمنع هذا التفاعل مواد طلاء (إنامل) مناسبة لمعدن العلب من الداخل .

7-5-4-1 أنواع منتجات الأسماك : تقسم منتجات الأسماك المعلبة إلى عدة أقسام أهمها :

1- **منتجات الأسماك الطبيعية** : وتصنع من الأسماك فقط دون أية إضافات وذلك بعد تنظيفها وتوضيبها ، وكذلك من لحم الكابوريا بعد إضافة كمية قليلة من الملح وتستخدم هذه المنتجات فى إعداد الوجبات الباردة والسلاطات .

2- **منتجات الأسماك مع صلصة الطماطم** : يجرى إعدادها من أنواع مختلفة من الأسماك يتم تنظيفها أولا ثم نجرى لها عملية قلى فى الزيت وسلق بالبخار ثم تجفف فى الهواء الساخن أو تدخن على البارد . ويتم رص قطع الأسماك فى العلب وتغطى بأى من أنواع صلصة الطماطم .

3- **منتجات الأسماك فى الزيت** : وهى من أشهر منتجات الأسماك المعلبة وتعد بعدة طرق فقد يتم تدخينها وقليها فى الزيت ثم تجفف بالهواء الساخن ، وقد يتم سلقها

بالهواء الرطب ويتم رص قطع من تلك الأسماك فى العلب ويصب عليها الزيت . وتتمير منتجات الأسماك مع الزيت بأنها وجبات خفيفة مرغوبة .

4- **فطائر أو معجون الأسماك** : وتعد من أنواع مختلفة سواء من لحم أو كبد الأسماك بعد فرمها جيدا ثم تخلط بالزيوت وكذلك معجون الطماطم والبصل والقرنفل وأحيانا بعض أنواع الحبوب .

5- **منتجات الأسماك مع الخضروات** : وتعد من قطع الأسماك بعد التحمير فى الزيت ثم يضاف إليها بعض أنواع من الخضروات أو البقوليات مع إضافة زيت أو صلصة طماطم .

6- **منتجات أسماك لمرضى الحالات الخاصة** : وتعد من أنواع مختلفة من الأسماك وتعتمد المكونات الأخرى المضافة إليها على نوعيات الحالات المرضية المستخدمة لتغذية هؤلاء المرضى .

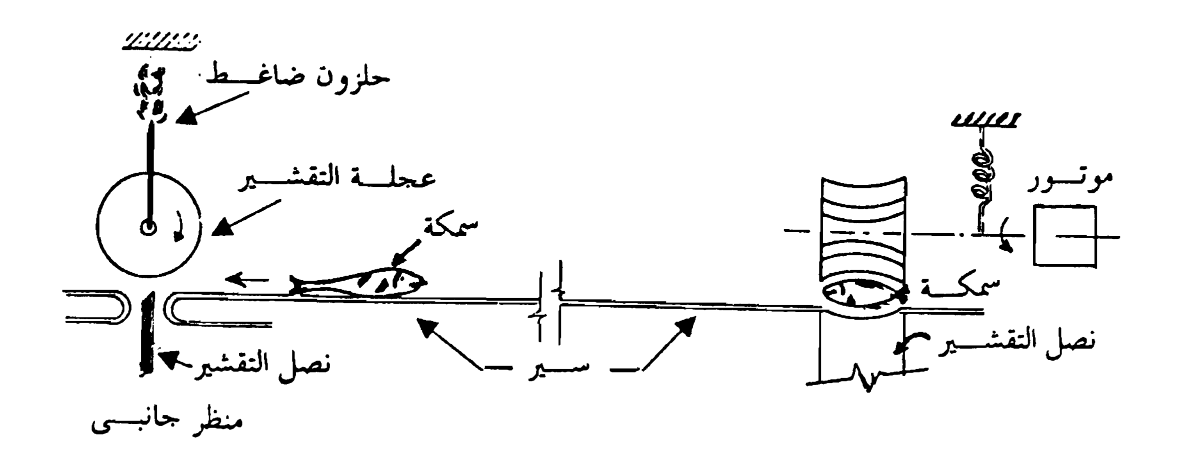
7-5-4-2 خطوات تعليب الأسماك

فيما يلى وصف لبعض خطوات تعليب الأسماك :

1. **الغسيل Wshing** : تجرى عملية الغسيل لتنظيف السطح الخارجى للأسماك وبقايا الدم والمواد المخاطية ولخفض التلوث الميكروبى . وتتم عملية الغسيل بماء جارى أو بإستخدام آلات غسيل بتصميمات مختلفة . وعادة يستخدم لغسيل الطن الواحد من الأسماك من 2-7 $م^3$ من الماء النظيف وتتم عملية الغسيل بسرعة لتجنب زيادة الرطوبة فى أنسجة الأسماك ، أو تغير الصفات الحسية أو الفقد فى العناصر الغذائية الذائبة فى الماء .

2. **الصهر أو التفكيك Defrosting** : عند ورود الأسماك المجمدة لخطوط التصنيع تجرى عملية صهر بإحدى طريقتين : فى الطريقة الأولى تترك الأسماك فى الجو مع تكرار شطفها بالماء العادى ويفضل أن تكون الأسماك فى طبقة واحدة ولا توضع فى طبقات متراكمة إلا إذا كان الحيز المعد فى المصنع صغيرا . كما وقد تترك الأسماك على الطاولات الخشبية لإتمام عملية الصهر . فى الطريقة الثانية توضع الأسماك فى أحواض بها ماء متجدد بإستمرار تتراوح سعتها عادة بين 1-5 طن من الأسماك وبعد إنتهاء عملية الصهر تفتح بوابة فى قاع الحوض فتتدفق الأسماك إلى خط التصنيع .

3. **إزالة القشور Scaling** : تزال القشـور قبـل إخـراج الأحشـاء حيـث أن فتـح بطـن السمكة يضعف قوامها ويجعل هذه العملية فى غاية الصعوبة ولا تتم بكفاءة . وتزال القشور بواسطة آلات خاصة يختلف تصميمها باختلاف صنف السمك . وتعتمد نظرية إزالة القشور على إمرار سطح خشن علي السطح الخارجى للسمكة بطريقة تزيل القشور . ويوضح الشكل (7-15) مظهراً جانبياً وأمامياً لآلة إزالة القشور من الأسماك . وتعتمد نظرية تشغيل آلة إزالة القشور على وجود أكثر من نصل ثابت fixed scaling blades وعجلات دوارة لإزالة القشور وعند مرور الأسماك على الأنصال الثابتة وإحتكاكها بالعجلات الدوارة تزال القشور . ويوضح الشكل (7-15) وحدة إزالة قشور يدوية تدور بواسطة موتور وعند إحتكاكها بسطح السمكة تزيل القشور . ويجب مراعاة عدم إزالة أى أجزاء من الجلد أثناء التقشير .



شكل (7-15) يوضح جهاز تقشير السمك

4. **إزالة الأحشاء Evisceration** : بعد إزالة القشـور يتم فتح بطـن الأسماك المتوسطة والكبيرة الحجم وتزال الأمعاء والأعضاء الداخلية دون أن تتمزق ويتم تنظيف الغشاء البريتونى . كذلك تزال الرأس والزعانف . أما الأسماك الصغيرة فتزال رؤوسها والزعنفة الذيلية ثم تزال الأمعاء دون فتح البطن . وتتم عملية فتح

بطن الأسماك يدويا بعمل شق طولى فى بطن السمكة من الرأس وحتى قرب الذيل ثم يقوم عامل آخر بسحب الأحشاء للخارج وتفصل الكبد وتجمع فى عبوات خاصة حيث ترسل لمصانع الأدوية لإستخراج زيوت للأغراض الطبية . أما المخلفات الأخرى فتسلق بالبخار وترسل لوحدة تصنيع مسحوق مخلفات الأسماك

5. **إضافة الملح Presaltation للأسماك** : يتم إضافة نسبة محددة من الملح للأسماك لإكسابها طعما ملحيا مميزا . وتتم هذه العملية بإستخدام محلول ملحى أو محلول ملحى مضافاً إليه خل ويبلغ تركيز المحلول الملحى من 22-24٪ حيث تغمر فيه الأسماك لفترة قصيرة حتى يصل تركيز الملح فى أنسجة الأسماك لحوالى 1.2-2٪ . ومن أهم مشاكل هذه الطريقة الحاجة لحيز واسع فى المصنع لأحواض التمليح مع صعوبة التحكم فى تركيز الملح فى أنسجة الأسماك . ولذلك قد يفضل إضافة الكمية المحددة من الملح الجاف فى العلب مباشرة بعد تعبئة الأسماك فيها

6. **السلق أو الطبخ الأولى Blanching or pre-cooking** : فى حالة الأسماك كبيرة الحجم : تعبأ فى أقفاص مثقبة ثم تمرر تلك الأقفاص فى أجهزة السلق بالبخار ويلاحظ أنه يجب العمل على رفع درجة حرارة الجهاز تدريجيا وذلك حتى تتم تلك العملية على أحسن وجه ، وتتوقف المدة اللازمة لإتمام عملية الطبخ على حجم السمك والظروف الأخرى ، وتتراوح فى الأسماك كبيرة الحجم من½ 1-8 ساعات . أما فى حالة الأسماك صغيرة الحجم : تعبأ الأسماك مباشرة فى العلب ، وترص هذه العلب على طاولات من الألومنيوم ثم ترص هذه الطاولات على السير المتحرك لجهاز السلق بالبخار حيث تبلغ درجة الحرارة فى النصف الأول من الجهاز 90°م ثم ترتفع إلى 102°م فى النصف الثانى من الجهاز . ويستغرق مرور الطاولة من أول الجهاز لآخره حوالى 15 دقيقة . وتستعمل هذه الطريقة فى أسماك السردين . وعند خروج العلب من جهاز السلق يلاحظ إنفصال كمية من السوائل من أنسجة السردين فيجرى تصفيتها وذلك بوضع غطاء سلكى على الطاولة الألومنيوم ثم تقلب الطاولة للتخلص من كل السوائل الموجودة بالعلب . وقد تترك العلب لتبرد فينفصل جزء آخر من السوائل فيتم التخلص منه

7. **التجفيف الجزئى و/أو التدخين Partial drying and/or smoking** : تعتبر تلك المعاملات من المعاملات الإختيارية التى قد تجرى أو لا تجرى ففى التجفيف الجزئى يستخدم تيار من الهواء الساخن فى عملية تجفيف جزئى للأسماك وتكون درجة حرارة الهواء 40–50°م لمدة 1–2 ساعة والغرض من هذه المعاملة هو خفض نسبة الرطوبة مما يعمل على تماسك القوام ، ويحسن من مظهر الأسماك المعبأة ويمنع إنفصال سائل منها أثناء المعاملة الحرارية حيث يكون ذلك غير مرغوب خاصة فى الأسماك المعبأة فى الزيت أو الصلصة . كما قد يتم معاملة الأسماك بالدخان أو تغمر فى سوائل تدخين لإكسابها طعم ونكهة الأسماك المدخنة

8. **التبريد Cooling** : بعد إنتهاء عملية السلق تنقل الأسماك إلى غرف التبريد وتبرد تماما حتى تصبح الأنسجة متماسكة بالدرجة التى يمكن معها تشكيلها وتقطيعها ، فعند محاولة التشكيل قبل الوصول لدرجة التماسك المطلوبة تتفكك العضلات عن بعضها ويصعب فصل العضلات الداكنة وكذلك يصعب نزع الجلد وبالتالى تبقى بعض آثارهما فى المنتج المعلب مما يقلل من جودته وقيمته التجارية . وتترك الأسماك مدة تتراوح بين 12–24 ساعة تحت ظرف التبريد . وقد يجمع الزيت المنفصل من الأسماك كبيرة الحجم مثل التونة ويباع كناتج ثانوى .

9. **نزع الرأس والجلد والخياشيم والذيل** : تجرى هذه العملية يدويا على مناضيد خاصة مجاورة لخط التعبئة حيث تنزع الرأس والخياشيم والذيل ثم الجلد ، وتقسم السمكة طوليا إلى قسمين وتنزع العضلة الظهرية مع الأشواك المتصلة بها ، ثم تنزع العضلة الحمراء الموجودة على شكل حرف V تحت الخط البطنى بواسطة سكين صغيرة وتفصل قطع اللحم البيضاء . تجمع قطع اللحم البيضاء على طاولات خشبية ، ثم تراجع درجة نظافتها وخلوها من أى تغير فى اللون أو الرائحة وكذلك خلوها من العضلات الحمراء .

10. **التعبئة** : تتم عملية التعبئة على ثلاث مراحل وهى التقطيع cutting ، التدريج grading ، التعبئة filling . وتحدد طريقة وكفاءة عملية التقطيع درجة جودة الأسماك المعلبة . فيجب مراعاة أن تكون عملية التقطيع فى إتجاه عمودى على الألياف، حيث تكون قطع الأسماك فى الدرجة الممتازة fancy كبيرة ومتماسكة ولا توجد معها أى فصوص صغيرة من اللحم ، أما الدرجة القياسية standard فعادة ما تكون من ثلاث قطع ويسمح ببعض الفصوص الصغيرة فى العلبة لتكملة

الوزن المطلوب ، وهناك الدرجة الثالثة وفيها تكون محتويات العلبة من القطع الصغيرة التى تنفصل أثناء إعداد الدرجة الممتازة . وبعد وضع كمية اللحم المناسبة لحجم العبوة تمرر العبوات على سير متحرك تحت ماكينة خاصة بإضافة الملح النقى الناعم ثم يضاف زيت الطعام حسب الطلب أو تضاف المكونات الأخرى كما ذكر سابقا عند الحديث عن منتجات الأسماك المعلبة .

11. **التسخين الإبتدائى Exhausting والقفل المزدوج Double seaming :** والغرض من هذه العملية إحداث التفريغ المناسب داخل العلب بطرد الهواء منها وتتم بإحدى طريقتين : التسخين الإبتدائى بالبخار لمدة تصل لحوالى 5 دقائق ، قفل العلب تحت تفريغ . وبعد إجراء العملية بأى من الطريقتين السابقتين تقفل العلب مباشرة بالقفل المزدوج .

12. **غسيل العلب :** تنقل العلب المقفلة إلى أحواض أو آلات خاصة للغسيل حيث تعامل بمحلول منظف ثم تشطف بماء دافئ ... ثم تنقل فى أقفاص خاصة إلى أجهزة التعقيم .

13. **التعقيم التجارى Commercial sterilization :** تجرى عملية التعقيم التجارى بغرض القضاء على أى من أنواع البكتريا التى يمكن أن تحدث فسادا تحت ظروف التعليب . ويجب عدم إحتساب مدة التعقيم إلا بعد الوصول لدرجة الحرارة والضغط المطلوبين . والزمن اللازم حسابه من بدء المعاملة حتى الوصول لدرجة الحرارة المطلوبة يعرف بالـ coming up time وبعد هذا الزمن يحسب الوقت اللازم لإتمام المعاملة الحرارية . ولحساب الزمن اللازم لإتمام المعاملة الحرارية تستخدم طرق رياضية خاصة بعد حساب معدلات الموت للميكروبات الملوثة للمنتج . ويمكن تعقيم السردين المعلب فى العلب الصغيرة (علبة نمرة 1) بإحدى المعاملات التالية : على درجة 252°ف لمدة 70 دقيقة أو 244°ف لمدة 80 دقيقة أو 241°ف لمدة 85 دقيقة أو 240 °ف لمدة 90 دقيقة . وبعد إنتهاء المعاملة الحرارية يخفض الضغط بالتدريج داخل أجهزة التعقيم حتى لا يحدث تشوه للعلب نتيجة الإنخفاض المفاجئ للضغط وقد تستغرق عملية خفض الضغط حوالى 15 دقيقة .

14. **التبريد :** يتم تبريد العلب بالغمر فى ماء جارى أو بواسطة رشاشات مياه . وعند تبريد العلب بالمياه يجب أن يكون نقياً ويفضل أن تتم معاملته بالكلور .

15. **وضع البطاقات والتعبئة فى الصناديق والتخزين** : بعد وضع البطاقات التى يوضح عليها بيانات المنتج من السمك المعلب من حيث نوع السمك والوزن الصافي والوزن المصفى والمواد المضافة والمكونات الأخرى وفترة الصلاحية وبلد المنشأ والشركة المصنعة ... إلخ ، ترص العلب فى صناديق وتنقل إلى مخازن جافة مهواه حتى التسويق . وينصح عادة بتخزين بعض أنواع معلبات الأسماك كالسردين والتونة مدة حوالى 2-3 أشهر قبل التسويق للمستهلك حتى يحدث تجانس للطعم والرائحة .

7-5-5 تمليح salting الأسماك

يقصد بتمليح الأسماك زيادة نسبة الملح فى أنسجتها لإطالة مدة حفظها ولإكسابها صفات خاصة مرغوبة من حيث الطعم والمظهر ويعتبر تمليح الأسماك من أقدم وأيسر وسائل حفظها . ويمكن أن يكون تأثير التمليح وحده كافياً كعامل حفظ للأسماك المملحة والتى قد تصل فترة صلاحيتها لفترات تتراوح بين 3إلى 6 شهور إلا أن ذلك يتطلب أن يكون تركيز الملح فى أنسجة الأسماك أعلى من 12٪ .

أولا : الحفظ بالتمليح :

يؤدى التركيز العالى من الملح حول الأسماك للإنتقال الإسموزى للماء من أنسجة الأسماك للوسط الخارجى وإنتقال الملح لداخل أنسجة الأسماك . ويؤدى إزالة الماء من الأسماك إلى تثبيط أنواع عديدة من البكتريا فتطول فترة حفظ الأسماك فلا تستطيع معظم أنواع البكتريا العادية أن تعيش فى بيئة يبلغ التركيز الملح فيها من 6-8٪ (وزن رطب) إلا أن هناك أنواعاً من البكتريا الهالوفيلية التى يمكن أن تنمو عند التركيزات العالية للملح .وعلى هذا الأساس فإنه عندما يكون التلميح خفيفا أو متوسطا (تركيز الملح من 6-10٪) فإن نسبة كبيرة من البكتريا العادية تموت وبعد فرة زمنية معينة (تعتمد على درجة الحرارة) تبدأ أعداد البكتريا الهالوفيلية فى الإزدياد إلى أن تصل لأعداد تكفى لإحداث الفساد فى الأسماك المملحة . أما الأسماك شديدة التمليح heavily salted فتزال نسبة أعلى من الماء من أنسجتها ويصل تركيز الملح فيها لحوالى 20٪ أو أكثر حيث يحد هذا التركيز حتى من نشاط البكتريا الهالوفيلية .

ثانيا : نظرية التمليح :

عند غمر الأسماك فى محلول ملحى مخفف فإنها تمتص الماء من المحلول الملحى وتنتفخ أما عند زيادة تركيز الملح فإن الأسماك تفقد الماء وينخفض محتواها

الرطوبى وتحدث دنترة لبروتيناتها فتقل مقدرتها على مسك الماء . وعلى هذا الأساس فإن هناك تركيزاً حرجاً critical للملح أثناء التمليح .. أقل منه .. تمتص الأسماك الماء وتنتفخ ، وأعلى منه ... يحدث فقد للماء من أنسجة الأسماك . ويبلغ هذا التركيز الحرج حوالى 8٪ وبالتالى فهو أقل تركيز محلول ملحى يمكن إستخدامه فى التمليح التجارى للأسماك المملحة تمليحاً خفيفاً .

ثالثا : طرق تمليح الأسماك :

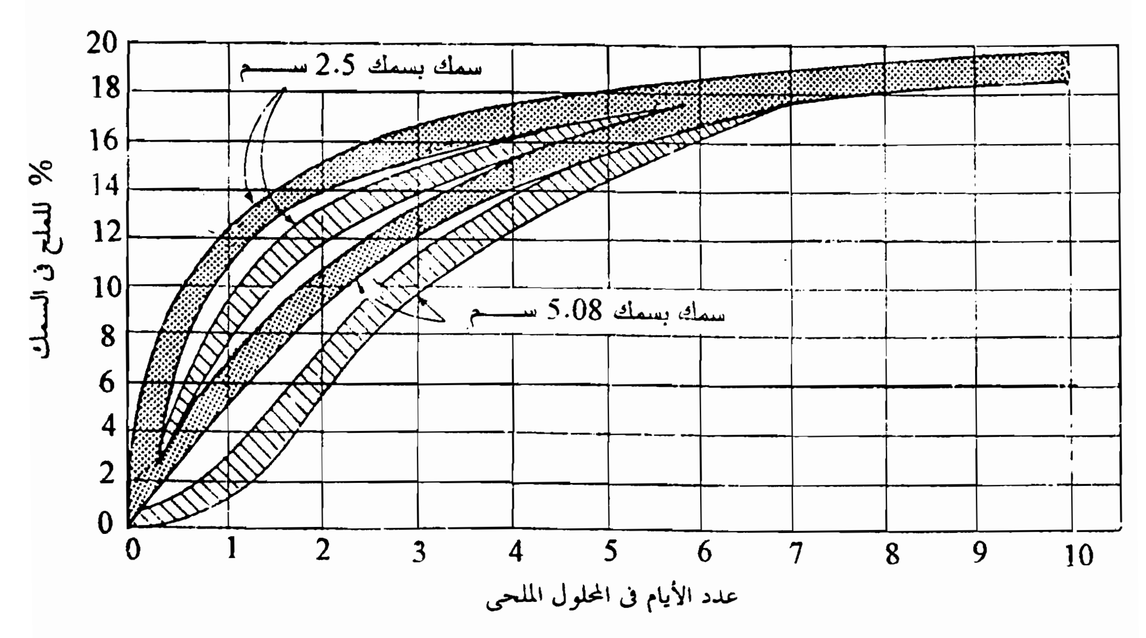
تستخدم لتمليح الأسماك ثلاث طرق رئيسهة هى :

1- التمليح الجاف Dry salting :

من أشهر طرق تمليح الأسماك وخاصة للأسماك اللحمية . وقد يجرى على الأسماك الكاملة أو الأسماك منزوعة الرأس والأحشاء . حيث توضع طبقة من الأسماك فى وعاء كبير ثم توضع عليها طبقة من الملح ، وتتبادل طبقات الأسماك والملح حتى يصل إرتفاع الطبقات لحوالى 1م . ويصفى الماء المزال من السمك المملح أولا بأول . ولضمان تجانس توزيع الملح تجرى كل فترة عملية تقليب للأسماك المملحة وتوضع الطبقات العلوية فى الأسفل والطبقات السفلية لأعلى حتى تتعرض الأسماك لنفس الضغط الذى يساعد على فصل الرطوبة منها .

2- التمليح الرطب Brine salting :

تتم عملية التمليح الرطب أو تخليل pickling الأسماك إما بنفس طريقة التمليح الجاف عدا أن كمية الأسماك توضع فى وعاء التمليح ويسمح للماء المستخلص من السمك بالتجمع فى نفس الوعاء وبعد فترة قصيرة يغطى كل كمية الأسماك الموجودة داخل الوعاء . أو أن يحضر محلول ملحى مركز وتغمر فيه الأسماك . وتستمر عملية التمليح حتى يصل تركيز الملح داخل أنسجة الأسماك حوالى 8-12٪ ويكون هذا التركيز كافياً لاطالة فترة حفظ الأسماك . وبعد فترة زمنية كافية يصل تركيز الملح داخل أنسجة الأسماك والمحلول الملحى لحالة إتزان . ويوضح الشكل (16.7) معدل إمتصاص الملح فى أنسجة الأسماك ودرجة تأثره بالسُمك thickeness والزمن . ويستخدم التمليح الرطب لأغلب أنواع الأسماك الدهنية كالسردين والرنجة حيث أن غمر الأسماك تحت المحلول الملحى يقلل من وصول الأكسجين لدهون الأسماك سريعة التزنخ التأكسدى .



شكل (7-16) معدل إمتصاص الملح فى سمك الكود أثناء التمليح الرطب

3- التمليح السريع Rapid salting :

تعتبر طرق التمليح المشار إليها سابقا طرقاً بطيئة نسبياً وقد أجريت عدة محاولات للإسراع من عملية التمليح . ومن أهم هذه الطرق :

أ. إنتاج السمك المغلى المملح Boiled salted fish : تستعمل هذه الطريقة فى إعداد البيندانج pindang وهو سمك مملح مغلى شائع فى دول جنوب شرق آسيا . حيث يضاف الملح لشرائح السمك فى أكياس بلاستيك ويتم الطبخ لمدة ساعتين بالبخار ثم يستبعد السائل المنفصل ويضاف ملح إضافى وبعد حوالى ساعتين أيضا من الطبخ بالبخار يستبعد السائل المنفصل من الأكياس ثم تقفل . وتصل صلاحية هذا المنتج حوالى 3 شهور حيث يتجاوز تركيز الملح داخل الأنسجة حوالى 10٪ وهو كاف

لتثبيط الميكروبات المرضية . ويستخدم هذا المنتج فى أنواع الأسماك التى تتحمل أنسجتها الطبخ لفترة طويلة .

ب. تمليح الأسماك فى أكياس : تمتاز هذه الطريقة بسرعة الإعداد فقط إلا أن الأسماك تحتاج لوقت قبل الإستهلاك تستغرقه فى عمليات التسويق ولذلك فهى ليست طريقة سريعة للتمليح بقدر ما هى طريقة إنتاج سريعة للأسماك المملحة. حيث يعبأ السمك مع الملح مع الماء فى أكياس بنسبة 16 : 6 : 2 ويسحب الهواء من الأكياس وتقفل . ثم توضع الأكياس فى عبوات كرتونية يكتب عليها تاريخ بدء السماح بإستهلاك هذه الأسماك حيث تتم عملية التمليح أثناء النقل والتخزين .

ج. تمليح الأسماك بطريقة دل فال – نكرسون Del Vall-Nickerson method :
وهى طريقة سريعة لتمليح الأسماك حيث يفرم لحم الأسماك حيث يفرم لحم الأسماك إلى قطع صغيرة وتضاف نسبة الملح فى حدود 20-100٪ من وزن السمك . ويتم خلط السمك والملح جيدا لضمان تجانس توزيع الملح ، وتضاف كمية قليلة من الماء لتحسين الخلط . يتم ضغط المنتج تحت جهاز ضغط ميكانيكى للتخلص من جزء من الماء ولتكوين كيك ثابت نسبياً . ويتم تجفيف مخلوط السمك والملح إلى حوالى 49٪ رطوبة ويصل تركيز الملح فى هذا المخلوط حوالى 23٪ (وزن رطب) . ويمكن تخزين هذا المنتج دون تبريد ويعيبه سهولة حدوث تزنخ تأكسدى . وقبل الإستهلاك مباشرة يمكن إزالة كمية كبيرة من الملح بوضع المنتج فى كمية كبيرة من الماء مع الغليان لمدة 10 دقائق .

ويوضح جدول (7-8) أنواع تمليح الأسماك المختلفة من حيث كمية الملح المضافة لكل 100 كجم سمك والفقد المتوقع فى الوزن وكذلك المحتوى الرطوبى ، والنسبة المئوية للملح بعد فترة زمنية معينة .

جدول (8.7.) : ٪ للملح والماء فى أنسجة السمك ومقدار التغير فى الوزن عند تخليل 100 كجم من السمك منزوع الرأس والأحشاء .

نوع التمليح	كمية الملح كجم / 100 كجم سمك	الفقد فى الوزن ٪	المحتوى الرطوبى ٪	٪ للملح (وزن رطب)	زمن التمليح على 18°م بالأيام
خفيف	8	16	74	6	2
	10	18	72	4	2
متوسط	12	20	70	8	5
	14	22	64	9	8
	16	26	63	10	8
شديد	30	30	57.5	20	21

المصدر : Wheaton and Lawson (1985)

7-5-6 تدخين الأسماك Smoking :

يقصد بتدخين الأسماك معاملتها بالدخان الناتج عن الإحتراق غير الكامل للأخشاب لإطالة مدة حفظها ولإكسابها صفات خاصة مرغوبة من حيث الطعم والمظهر . وينتج الدخان عن الإحتراق البطئ لنشارة الخشب الناتجة من الأخشاب الصلبة (تتكون من 40-60٪ سليلوز ، 20-30٪ هيميسليلوز ، 20-30٪ ليجنين) فيثبط بعض الميكروبات ويؤخر أكسدة الدهن ويعطى منتجات الأسماك نكهة خاصة مميزة ومرغوبة . ولا يكفى التدخين وحده كعامل حفظ لتخزين المنتجات السمكية لمدة طويلة ، وعلى ذلك يلزم معاملة الأسماك لتخزينها معاملات خاصة كالتمليح والتجفيف الجزئى ثم التدخين . وقد كانت صناعة تدخين الأسماك فى مصر مقصورة على تدخين ثعبان السمك ثم إنتشرت فى السنوات الأخيرة عدة مصانع لتدخين أسماك الرنجة والمكريل المستوردة . وينتظر النهوض بهذه الصناعة نظرا لإقبال المستهلك المصرى على الأسماك المدخنة .

والدخان معقد التركيب ويتكون من مجموعة كبيرة جداً من المركبات العضوية ، ويتكون الدخان من طبقتين ، طبقة إنتشار سائلة يوجد فيها جزيئات الدخان وطبقة إنتشار غازية . ويعتبر إمتصاص أبخرة الدخان على سطح المنتجات المدخنة وذوبانها فى الماء داخل الأنسجة أكثر أهمية فى إكساب هذه المنتجات الطعم والرائحة

المميزة للمنتجات المدخنة . أما ترسيب جزيئات الدخان الصلبة على المنتج فيساهم بقدر ضئيل فى نكهة المنتجات المدخنة وبدرجة كبيرة فى لونها الذهبى المرغوب . ويمكن فصل طبقة الأبخرة إلى أحماض وفينولات وكربونيلات وكحولات وهيدروكربونات عديدة الحلقات . وتشمل المركبات الرئيسية فى الدخان حوالى 200 مركب وتشتق الكحولات والأحماض المختلفة من السليلوز والهيميسليلوز والتى تتحلل عند درجات حرارة منخفضة عن الليجنين والذى يتحلل فوق 310°م منتجا مركبات الفينول والقطران بصفة رئيسية .

وفيما يلى رسم تخطيطى لخطوات تصنيع الأسماك المدخنة بوجه عام وننوه إلى إمكانية أن تسبق إحدى الخطوات الأخرى فى بعض أساليب التصنيع .

الشراء والإستلام ← تخزين المادة الخام← إعداد المادة الخام

↓

التبريد ← التدخين ← التجفيف الجزئى ← التمليح

↓

التعبئة ← تخزين المنتج النهائى ← التسويق

ويوضح الرسم التخطيطى أن تدخين الأسماك عبارة عن سلسلة من المعاملات التكنولوجية وليست بعملية واحدة وتتوقف جودة المنتج النهائى على مدى نجاح كل خطوة من خطوات التصنيع وتكون محصلة لها . وفيما يلى شرح لبعض خطوات تصنيع الأسماك المدخنة .

1. إعداد المادة الخام :

يؤدى الإعداد الجيد للأسماك قبل التدخين إلى تحسين جودة المنتج . فيتم غسيل السمك سواء الطازج أو بعد تفكيكه إذا كان مجمدا بعناية قبل بدء التصنيع مباشرة بواسطة تيار قوى من رذاذ الماء أو بواسطة تيار ماء جار يحتوى على 20-50 جزء فى المليون من الكلور .حيث تؤدى تلك المعاملة إلى زيادة فترة صلاحية الأسماك وتزيل بقايا الدم كما تقلل من أعداد البكتريا الملوثة . ولا يفضل تأخير عملية الغسيل إلى ما بعد التمليح حيث تؤدى عملية التمليح الرطب للأسماك إلى تكوين طبقة سطحية من البروتينات الذائبة تؤدى لإحتجاز البكتريا فى هذه الطبقة السطحية فيصعب إزالتها بعد ذلك بالغسيل .

ويجب غسيل الأسماك الكاملة جيدا قبل أى عملية لإزالة الأحشاء أو لنزع الجلد لإزالة أية قاذورات أو دماء أو الطبقة المخاطية اللزجة التى تغطى السطح الخارجى لمعظم الأسماك . و هناك بعض أنواع الأسماك يحتوى سطحها الخارجى على طبقة مخاطية لزجة يصعب إزالتها بالغسيل فقط لذلك يمكن إتباع إحدى الوسائل التالية :

أ- تغمر الأسماك فى محلول ملحى مركز لبضع دقائق لإزالة الطبقة اللزجة من على سطحها الخارجى بسرعة .

ب- يتم غسيل السمك بمحلول كلور (ملعقة كبيرة من الهيدروكلورايت السائل فى كل 4 جالونات ماء) ويجب غسيل الأسماك بعد ذلك بماء نقى نظيف لإزالة آثار الكلور.

ج- يغمر السمك بسرعة فى ماء ساخن درجة حرارته حوالى 82°م فيحدث تجمع سريع لطبقة المخاط .

د- فى الأسماك المجمدة يسهل إزالة الطبقة اللزجة الخارجية أثناء التفكيك وذلك عن طريق الغسيل بتيار قوى من الماء .

وقد تعد الأسماك للتدخين وهى بصورة كاملة إذا كانت صغيرة الحجم أو بعد تقطيعها لشرائح سميكة أو رقيقة إذا كانت من أنواع الأسماك كبيرة الحجم . وعند إزالة الأحشاء يجب أن تزال بالكامل دفعة واحدة دون حدوث تهتك فيها يؤدى لتلوث الأسماك . وبعد إزالة الأحشاء يجب غسيل الفراغ البطنى والأسماك بتيار قوى من الماء المعامل بالكلور .

2. التمليح أو المعالجة Brining or curing

سبق أن تناولنا بالتفصيل موضوع تمليح الأسماك ولذلك سنضيف بعض النقاط لإستكمال الموضوع ، حيث يؤدى تمليح الأسماك للإعداد لعملية التدخين لثلاثة أهداف رئيسية :

أ- يؤدى لحدوث تصلب لقوام الأسماك .

ب- يمكن أن تضاف فى أثنائه التوابل والمواد المنكهة .

ج- يعمل كعامل حفظ فى بعض أنواع المنتجات المدخنة التى يزيد فيها تركيز الملح عن حد معين .

ويفضل عادة فى صناعة تدخين الأسماك التمليح الرطب حيث تغمر الأسماك فى محلول ملحى من 30-50 سالوميتر (7.5-12.5٪) حتى يصل تركيز الملح فى

الأسماك الى التركيز المطلوب . ويفضل عادة قياس تركيز الملح فى الأسماك فى الماء وليس بالنسبة للوزن الكلى كما توضحه المعادلة الآتية :

Water-phase salt content

$$\text{محتوى الملح فى الوجه المائى (٪)} = \frac{\text{٪ للملح} \times 100}{\text{٪ للرطوبة + ٪ للملح}}$$

وتنص بعض التشريعات الغذائية على ألا تقل نسبة الملح فى الوجه المائى فى الأسماك المدخنة عن 3٪ وفى تشريعات أخرى تنص على ألا تقل عن 5٪ وذلك لتثبيط ميكروب التسمم البوتشولينى *Clastridium botuliuum* . أما فى الأسماك المدخنة التى تحفظ لمدة طويلة (3-6 شهور) على درجة حرارة الغرفة فيجب ألا يقل تركيز الملح فيها عن 12-15٪ حيث يكون تركيز الملح فى أنسجتها هو عامل الحفظ الأساسى .

ويمكن أن يتم أثناء التمليح إضافة بعض المكونات الأخرى والتى تكسب الأسماك المدخنة نكهة مميزة مثل السكر ، التوابل ، مواد التلوين ونيتريت الصوديوم . ولكل مصنع تدخين أسماك تركيبة خاصة مميزة للمحلول الملحى والمكونات الأخرى . وتنص التشريعات فى بعض الدول على ألا يقل تركيز نيتريت الصوديوم فى الأسماك المدخنة (خاصة على الساخن) عن 100 جزء فى المليون وألا يزيد عن 200 جزء فى المليون حيث يعمل كمادة حافظة وكمثبت للون .

3. التجفيف الجزئى :

يتم تجفيف الأسماك أثناء إعدادها للتدخين تجفيفا جزئياً حتى يساهم إنخفاض المحتوى الرطوبى فى أنسجة الأسماك مع تركيز الملح مع تأثير مركبات الدخان وكذلك نيتريت الصوديوم فى حفظ الأسماك لفترة صلاحية محددة تعتمد على تأثير عوامل الحفظ السابقة . أما إذا كانت الأسماك ستستهلك فى وقت وجيز بعد عملية التدخين أو سيتم حفظها بالتجميد فلا يلزم خفض محتواها الرطوبى بالتجفيف . وعادة مايتم خفض المحتوى الرطوبى للأسماك ليصبح فى حدود 50-60٪ بعد التجفيف الجزئى والذى يتم إما بالتجفيف الشمسى أو بالتجفيف الصناعى .

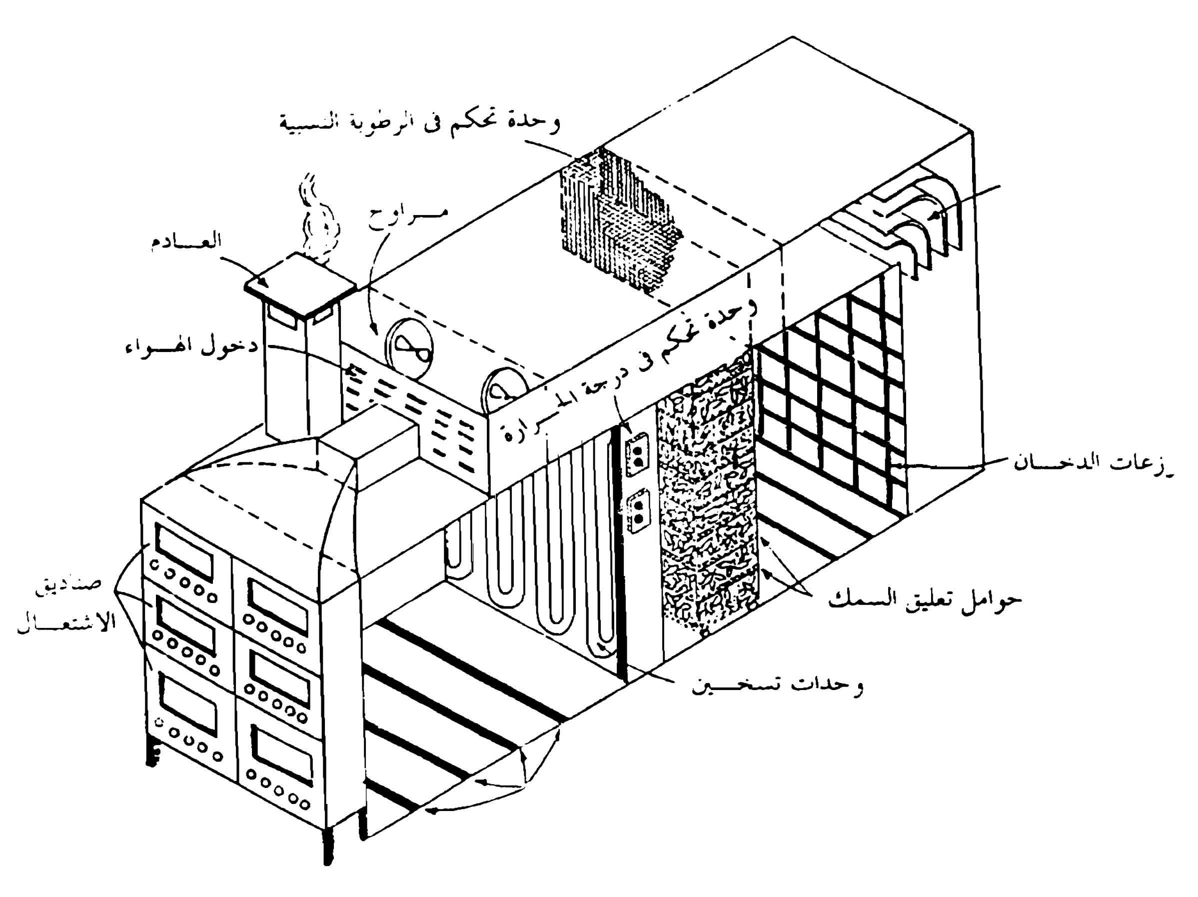
وحديثا إنتشرت مجففات الطاقة الشمسية ونجحت إلى حد كبير فى تجفيف منتجات الأسماك خاصة بعد التطور الذى شهدته هذه المجففات فى كيفية التحكم فى درجة حرارتها والرطوبة النسبية للهواء . ولا زال التجفيف الشمسى منتشرا ومستخدما خاصة فى الدول النامية نظرا لقلة تكاليفه ولسهولة إجرائه. وفى المصانع الكبيرة يفضل التجفيف الصناعى نظرا لسرعة إجرائه ولإمكان التحكم فى صفات وجودة المنتج . وعادة ما تجفف الأسماك حتى يصل المحتوى الرطوبى لها من 55-60٪ ولا يفضل التجفيف لمحتوى رطوبى أقل من ذلك حتى تكتسب الأسماك النكهة المميزة لها أثناء عملية التدخين . ويجب أن يؤخذ فى الإعتبار أنه أثناء عملية التدخين أيضا يحدث تجفيف جزئى للأسماك .

ويفضل بعد إنتهاء عملية التجفيف غمر الأسماك فى الماء لمدة وجيزة لنزع جزء من الملح desalting من الطبقة السطحية وذلك حتى لا يتجمع الملح على السطح الخارجى للأسماك أثناء التخزين .

4. عملية التدخين :

تستخدم أنواع مختلفة من الأخشاب لتوليد الدخان أهمها أخشاب الأرو Oak ، الزان beech ، البلوط ash tree ، أخشاب الحور aspen ، أخشاب الليمون lime tree . وعندما يبدأ الخشب فى الاحتراق يفقد رطوبته أولا ثم تبدأ مكوناته المختلفة فى التحلل نتيجة لإرتفاع درجة حرارته . فعند درجة حرارة بين 160-300°م تتكون المواد الطيارة ولا يشتعل الخشب عموما إلا عند درجة حرارة فى حدود 350°م . وتختلف أنسب درجة حرارة لتوليد الدخان من الخشب بإختلاف نوعه ، فقد وجد أن أنسب درجة حرارة لتوليد الدخان من الخشب الزان كانت 400°م وإذا زادت درجة الحرارة عن ذلك يقل تركيز المواد النشطة المرغوبة فى الدخان . ويفضل أن تكون الرطوبة النسبية لهواء الدخان حوالى 60٪ حيث أن زيادة الرطوبة النسبية عن ذلك يقلل من أثر الدخان فى تجفيف الأسماك وتقلل من إمتصاص مركبات الدخان فى أنسجة الأسماك .

ويوضح الشكل (7-17) وحدة تدخين أسماك حديثة يتم فيها التحكم فى درجات الحرارة والرطوبة النسبية وكثافة الدخان .



شكل 7-17 : وحدة تدخين أسماك حديثة

أ- التدخين على الساخن Hot smoking

يتم عادة تدخين الأسماك المملحـة تمليحا خفيفا علـى الساخن دون أن تجرى عليها عملية تجفيف تسبق التدخين كما هو الحال فى التدخين على البارد . ففى التدخين على الساخن يتم التجفيف الجزئى والطبخ والتدخين فى فرن التدخين على البـارد حيث تتم أولا عمليتا التجفيف والطبخ برفـع درجـة الفرن بعد احـتراق الخشـب إحتراقـا كاملاويمكن فى هذه المرحلة استخدام أى نوع من الأخشاب كمصدر حرارى . تستكمل عمليتا التجفيف والطبخ حتى تجف طبقة الجلد الخارجية وينفصل اللحم عن العظم . بعد ذلك يقفل باب فرن التدخين ويولد الدخـان لاستكمال عمليـة التدخـين ويوضـح الجـدول (7-9) درجات الحرارة والزمن أثناء تدخين أسماك الدنيس والرنجة .

جدول (7-9) : درجات الحرارة والزمن والنسبة المئوية للفقد فى الوزن أثناء تدخين أسماك الدنيس والرنجة.

بيان درجات الحرارة والزمن والنسبة المئوية للفقد	تجفيف		تدخين	
	دنيس	رنجة	دنيس	رنجة
زمن المعاملة بالساعة	1.3	1.1	1.1	1.0
درجة الحرارة فى غرفة التدخين (م°)	80	76	114	100
درجة الحرارة عند نهاية المعاملة (م°)	58	55	80	75
٪ للفقد فى الوزن	12	10	10	10

المصدر: Zaitsev *et al* (1969)

وقد لوحظ أن أعلى درجة حرارة يصلها مركز الأسماك عند تدخينها تتراوح بين 55-80°م .

ب- التدخين على البارد :

تستخدم غرف تدخين خاصة لإجراء عملية التدخين على البارد تتميز بكبر حجمها حتى لا ترتفع درجة الحرارة أثناء عملية التدخين عن 40°م . وعادة لا تزيد درجة حرارة الأسماك أثناء التدخين على البارد عن 28-32°م . وتستمر عملية التدخين على البارد من 12-48 ساعة . وعادة تكون الأسماك المدخنة على البارد مملحة تمليحا شديدا حيث يصل تركيز الملح فى أنسجتها إلى حوالى 12٪ .
وهناك بعض الاتجاهات الحديثة لتطويرعملية التدخين منها ما يلى :

جـ- التدخين فى المجال الكهربى

وتتبنى الفكرة الرئيسية لهذه الطريقة على أنه فى المجال الكهربى تتحرك الجسيمات المشحونة فى اتجاه الأقطاب التى تخالف شحنتها . وعلى ذلك فإنه إذا وصلت السماك بالإلكترود الموجب ، وكانت شحنة جزيئات الدخان سالبة فإنها تترسب على سطوح الأسماك بالتساوى .

د- التدخين السائل

ويطلق عليه التدخين بدون دخان ، ويستخدم للتدخين فيها مستحضرات خاصة تعرف بمستحضرات التدخين يتم تركيبها من مواد كيماوية نقية بحيث لا تحتوى على أى مواد من المركبات الضارة أو التى يعتقد أنها تسبب أى أورام سرطانية أو تؤثر على خواص الأسماك المدخنة . وتجرى عملية التدخين فى هذه الطريقة بغمر

المنتجات المراد تدخينها فى محلول مخفف من هذه المستحضرات لمدة تتراوح بين عدة دقائق إلى عدة ساعات ثم يتبع ذلك معاملة المنتجات معاملة حرارية بغرض التجفيف .

5- التبريد والتدريج :

يتم تبريد الأسماك المدخنة بسرعة إلى درجة حرارة تتراوح بين 10-25°م ثم يتم تدريجها طبقا لأحجامها ودرجة جودتها مراعاة للمواصفات المطلوبة .

6- التعبئة والتخزين :

تعبأ الأسماك المدخنة فى عبوات مناسبة سواء بلاستيكية أو فى صناديق خشبية مبطنة بورق لا يمتص الشحوم . ويجب حماية الأسماك المدخنة من الرطوبة حتى لا يتلف مظهرها وتصبح سهلة الإصابة بالفطريات . وعادة تخزن الأسماك المدخنة باستخدام وسائل حفظ إضافية كالتجميد والتبريد والحفظ تحت تفريغ . أما الأسماك المدخنة على البارد والمملحة تمليحا شديدا فيمكن حفظها على درجة حرارة الغرفة لمدة تتراوح بين 3-6 شهور .

7-5-7 تجفيف الأسماك : Drying

تفسد الأسماك عندما تنمو عليها الكائنات الحية الدقيقة والتى تحتاج للماء فى البيئة التى تنمو عليها . ولمنع الفساد الميكروبى للأسماك يتم تجفيفها بخفض محتواها الرطوبى للدرجة التى توقف نشاط الكائنات الحية الدقيقة . ويتوقف نشاط البكتريا والخمائر عندما يكون المحتوى الرطوبى للأسماك أقل من 25٪ أما الفطريات فلإيقاف نشاطها يجب خفض المحتوى الرطوبى للأسماك عن 15٪ ويعتبر تجفيف الأسماك إحدى طرق حفظها بخفض محتواها الرطوبى بالطرق التكنولوجية الصحيحة بحيث تصبح أكثر مقاومة لعوامل الفساد مع المحافظة على أكبر قدر من صفاتها الطبيعية والظاهرية .

ويمكن تجفيف الأسماك بعد تمليحها أو دون تمليح . وتحتاج تبخير جرام واحد من الماء 2.258 كيلو جول من الطاقة . ويمكن الحصول على هذه الكمية الكبيرة من الطاقة لتجفيف الأسماك إما بالتجفيف الشمسى أو بالتجفيف الصناعى . ويميز التجفيف الشمسى إنخفاض التكاليف إلا أن ظروف الطقس فى مناطق عديدة من العالم تحد من

إمكانية إستخدامه . كما أن التجفيف الصناعى يؤدى إلى ناتج أفضل فى صفاته الظاهرية ، ويتميز بجودة ثابتة ، كما يمكن إجراؤه فى زمن أقل . وتتماثل خطوات إعداد الأسماك المجففة بكل من طريقتى التجفيف الشمسى والصناعى فيما عدا عملية التجفيف ذاتها . وتتلخص خطوات تصنيع الأسماك المجففة فيما يلى :

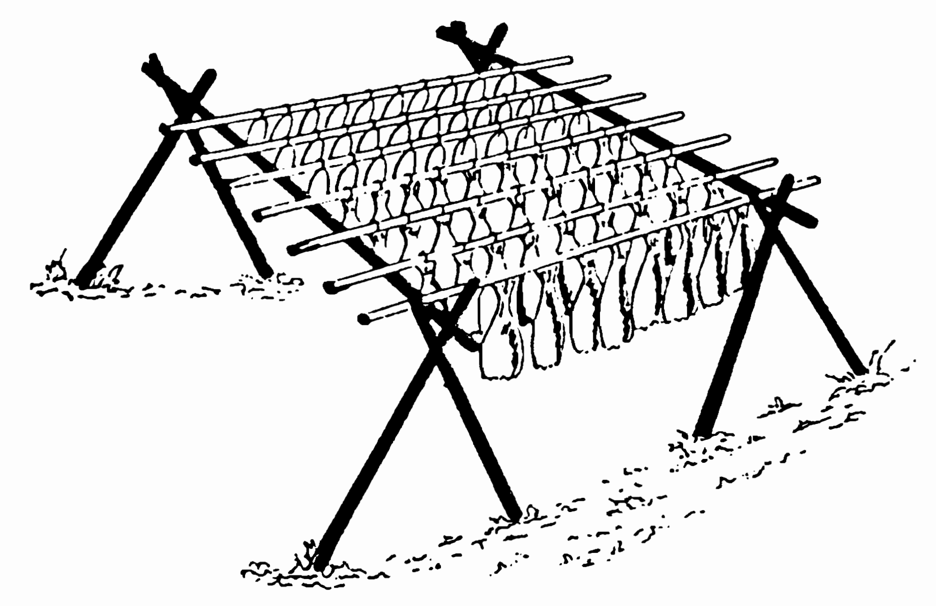
1- تغسل الأسماك وتزال أحشاؤها ويفضل إضافة بعض المطهرات المسموح بإستخدامها فى ماء الغسيل لزيادة كفاءة عملية الغسيل .

2- تشق السمكة طوليا من جهة البطن بحيث يبقى النصفان ملتصقان وينزع نحو ثلثى السلسلة الظهرية ويترك الجزء المتصل بالذيل . وفى حالة الأصناف الكبيرة تقطع السمكة إلى نصفين طوليين أما الأسماك الصغيرة فيمكن تجفيفها كاملة .

3- فى حالة الأسماك المملحة يتم إجراء التمليح بإستخدام ملح خشن حيث يدهن على سطح السمكة من الخارج والداخل جيدا ثم ترص الأسماك على صوانى التجفيف أو قد تعلق الأسماك على مناشر خاصة بذلك .

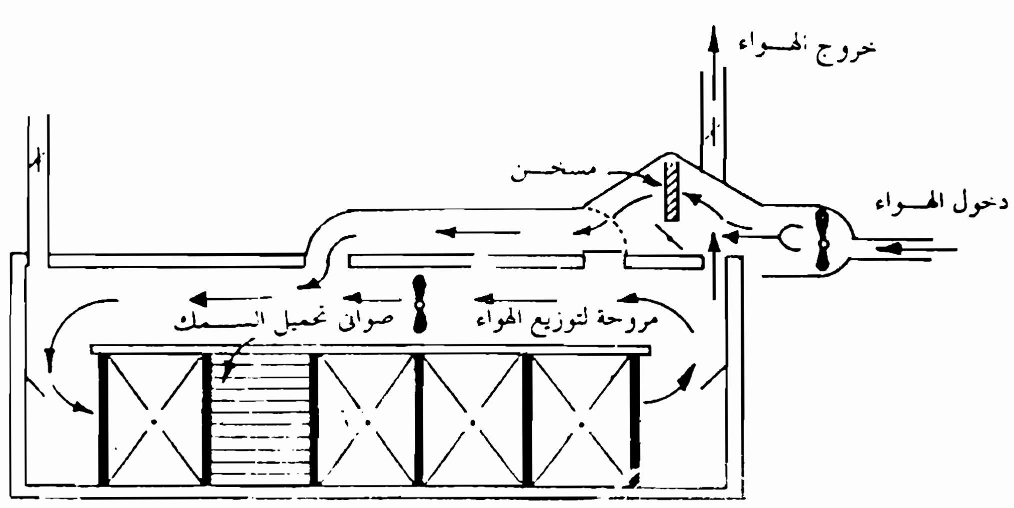
4- عند تجفيف الأسماك شمسيا يفضل تعليقها على مناشر خاصة أعلى من سطح الأرض بحوالى 1م حيث تسمح هذه المناشر بحركة الهواء حول المنتج فتزيد من معدل التجفيف . وتؤدى عملية التعليق بعيدا عن الأرض إلى تقليل مخاطر الفقد فى الأسماك من جراء القوارض والإصابات الحشرية . وتستغرق عملية جفاف الأسماك حوالى 10 إلى 14 يوما بالتجفيف الشمسى وقد تستغرق فترة أطول من ذلك طبقا لحالة الجو . ويوضح شكل (7-18) مناشر التجفيف الشمسى .

5- أما فى المجففات الصناعية فيتم التحكم فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء الداخل ، وقد يتم إعادة إستخدام الهواء لتوفير الطاقة . تعلق الأسماك على حوامل بداخل المجفف أو توضع على صوانى من الأسلاك ويمرر الهواء الساخن على الأسماك حيث يخرج من جهاز التجفيف محملا بالرطوبة . وتستغرق عملية التجفيف الصناعى من 2-3 أيام ، ويفضل إستخدام درجات الحرارة المناسبة تبعا لصنف السمك .



شكل (7-18) : حوامل لتعليق الأسماك للتجفيف الشمسى

ومن أنواع المجففات الصناعية التى تستخدم لتجفيف الأسماك مجفف النفق tunnel dryer (شكل 7-19) بطول 12م وعرض 1.6م وإرتفاع 1.8م ومزود بنظام للتحكم فى درجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية . وتبلغ سرعة الهواء فى هذا المجفف حوالى 4.5م / ث ويسع لحوالى 4000 كجم سمك . وتبلغ كمية الطاقة التى يستهلكها المجفف حوالى 0.7 إلى 1 كيلووات / ساعة لتبخير كيلوجرام ماء من السمك عندما يكون المجفف بكامل حمولته من الأسماك .



شكل (7-19) : مجفف نفق ميكانيكى يتم فيه التحكم فى الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة وسرعة الهواء .

6- بعد تمام التجفيف تبرد الأسماك وتعبأ فى عبوات مناسبة .

وفيما يلى بعض أهم الإعتبارات المتعلقة بتجفيف الأسماك :

1- قد تجرى عملية تدخين الأسماك قبل تجفيفها وذلك لخفض نشاط الميكروبات أثناء فترة التجفيف بحيث لا تؤدى لتدهور جودة الأسماك ولإكساب المنتج طعماً مدخناً مقبولاً ولوناً مميزاً .

2- يراعى أن تزال المادة المخاطية اللزجة من على سطح الأسماك تماماً قبل عملية التجفيف لأنها قد تكون قشرة على سطح السمكة الخارجى تعيق تبخير الماء من الأسماك .

3- تعتبر إصابة الأسماك المجففة بالحشرات من أهم الأسباب التى تزيد نسبة الفاقد منها ولذلك يجب إتخاذ كافة الإحتياطات الكفيلة بتجنب ذلك .

4- يفضل تخزين الأسماك المجففة فى جو من غاز خامل أو تحت تفريغ لتجنب أكسدة دهون الأسماك سريعة التأكسد .

5- لوحظ أن درجة حرارة الأسماك أثناء عملية التجفيف الصناعى تظل منخفضة نسبياً حتى تتبخر حوالى نصف الرطوبة ثم ترتفع درجة الحرارة بعد ذلك مما قد يؤثر سلباً على جودة الأسماك المجففة ولذلك يفضل ألا تزيد درجة الحرارة عن حد معين أثناء عملية التجفيف .

6- عند تجفيف الأسماك المملحة تتكون على سطحها قشرة ملحية تتكون من حوالى 80٪ ملح ، 10٪ بروتين ، 10٪ ماء . وتؤدى هذه القشرة الملحية إلى إعاقة خروج بخار الماء من الأسماك أثناء عملية التجفيف . لذلك ننصح بأن تكون الرطوبة النسبية فى هواء تجفيف الأسماك المملحة فى حدود 45-60٪ وسرعة الهواء 125 سم / ث .

7- إستخدم التجفيد Freeze drying أيضا فى تجفيف الأسماك والمنتجات البحرية الأخرى إلا أن إرتفاع تكاليف الإنتاج حالت دون الإنتاج التجارى للأسماك المجفدة هذا على الرغم من صفات الجودة العالية التى توفرت فى الأسماك المجفدة . كما ثبت أن القيمة الحيوية والغذائية لبروتينات الأسماك المجفدة تفوق نظيرتها للأسماك المجففة .

8.5.7. تشعيع الأسماك Fish Irradiation :

يعتبر حفظ الأغذية بالإشعاع من أهم الإستخدامات السلمية للطاقة الذرية بعد الحرب العالمية الثانية . وقد حقق تشعيع الأغذية نتائج مشجعة وساهم فى خفض فاقد الغذاء خلال فترات تخزينه . ويعنى إصطلاح تشعيع الأغذية food irradiation معاملة الغذاء بأنواع معينة من الطاقة الإشعاعية تعرف بالأشعة المؤينة تتميز بقدرتها العالية على تخلل المواد الغذائية ، كما أنها لا تنتج نشاطا إشعاعيا فى الأغذية التى تعامل بها ، ولا تؤدى إلى تسخين الغذاء ولهذا فإنه يطلق على تشعيع الأغذية بجرعات مرتفعة من الإشعاع بالتعقيم البارد Cold sterilization . وتعتبر الأسماك ومنتجاتها من المواد الغذائية التى يمكن حفظها بالإشعاع لإطالة فترة صلاحيتها ولخفض أعداد الميكروبات المفسدة والقضاء على الميكروبات المرضية كما تستخدم المعاملة الإشعاعية للقضاء على الحشرات فى الأسماك المجففة .

وقد دار جدل واسع حول إستخدام الإشعاع فى حفظ الأغذية وتباينت الأراء بين مؤيد ومعارض إلى أن تم حسم الأمر عام 1980 عندما اجتمع خبراء منظمة الأغذية والزراعة "FAO" ، ومنظمة الصحة العالمية "WHO" والوكالة الدولية للطاقة الذرية "IAEA" فى مدينة كارلسروها بألمانيا الغربية وصدر قرار قاطع بأن معاملة الأغذية بجرعة إشعاعية كلية مقدارها 10 كيلوجراى لا تنشأ عنه أية مشاكل تغذوية أو تكنولوجية أو سمية أو ميكروبيولوجية وقد صدر هذا القرار بعد مراجعة مئات البحوث التى تمت على تشعيع الأغذية وبعد أن ثبت بما لا يدع مجالاً للشك عدم حدوث أى أضرار على صحة المستهلك من جراء إستهلاك أغذية مشعة .

أولا : مقياس الجرعة الإشعاعية :

عندما تتخلل الأشعة المؤينة الغذاء فإن جزءاً من طاقتها أو كلها تمتص فى الغذاء ويطلق على الجرعة الممتصة absorbed dose وتقاس وحدة الجرعة الممتصة بالمقياس الحديث جراى (Gray) ويرمز لها بالرمز Gy وكل 1000 جراى تساوى 1 كيلوجراى "Kgy" . وكل 1 جراى يساوى كمية طاقة مقدارها 1 جول ممتصة فى 1 كجم من المادة الغذائية .

ثانيا : أنواع ومصادر الإشعاع المستعملة فى حفظ الأغذية :

حددت لجنة دستور الأغذية Codex Alimentarius Commission فى مواصفة الأغذية المشععة ، المصادر المصرح بإستخدامها فى تشعيع الأغذية فيما يلى:

1- أشعة جاما الصادرة من النظائر المشعة كوبالت - 60 "^{60}Co" أو سيزيوم 137 "^{137}Cs" .
2- أشعة X الصادرة من مصادر آلية عند مستوى طاقة مساوٍ أو أقل من 5 مليون إلكترون فولت .
3- الإلكترونات التي يتم توليدها من مصادر آلية عند مستوى طاقة مساوٍ أو أقل من 10 مليون إلكترون فولت .

ثالثا : تأثير الإشعاع على الغذاء :

عند مرور الأشعة المؤينة ionizing radiation فى المادة الغذائية تصطدم بمكونات الغذاء من جزيئات وذرات . وعندما تكون الطاقة الناتجة من إصطدام الأشعة بمكونات الغذاء قادرة على طرد إلكترون من مدار ذرة تتكون الأيونات "ions" وتحدث التغيرات فى الجزيئات عندما يؤدى إصطدام الإشعاع بالجزيئات إلى كسر الرابطة الكيماوية بين الذرات مما يؤدى إلى إنتاج "شقوق أو أصول حرة free radicals وتكون هذه الشقوق نشطة جدا ولها قابلية عالية للتفاعل سواء مع بعضها البعض أو مع جزيئات أو ذرات أخرى لإستكمال إلكترونات المدارات الفردية لتصبح زوجية العدد مرة أخرى وتصل لحالة الثبات . وقد تكون كمية الطاقة الممتصة فى الذرات أو الجزيئات نتيجة مرور الإشعاع فى الغذاء غير كافية لتكوين أيونات أو لتكوين شقوق حرة ، إلا أن جزءاً من الطاقة المارة فى الغذاء قد يمتص فى الذرات أو الجزيئات فتتكون ذرات نشطة active atoms أو جزيئات نشطة active molecules . وبتخزين المادة الغذائية المعاملة بالإشعاع تكون هذه الجزيئات النشطة أكثر قابلية للتفاعل فعلى سبيل المثال لو كانت هذه الجزيئات النشطة جزيئات أحماض دهنية يكون دهن المادة الغذائية أسرع فى معدل تأكسده أو تزنخه أثناء التخزين ... ويطلق على هذه الظاهرة تأثير ما بعد التشعيع "irradiation after effect" . أى أنه يمكن تلخيص أثر الإشعاع على المادة الغذائية بأحد التفاعلات الآتية أو بعضها أو كلها مجتمعة :

1- التأين Ionization .
2- تكوين الأصول (الشقوق) الحرة free radical .
3- تكوين الذرات أو الجزيئات النشطة active atoms or molecules .

وفيما يلى أهم الإعتبارات الواجب مراعاتها عند حفظ الأغذية بالإشعاع :

1- يجب ألا تزيد الجرعة الإشعاعية الكلية الممتصة فى الغذاء المشعع عن 10 كيلوجراى .

2- يجب أن تجرى المعاملة الإشعاعية فى منشآت يرخص لها بذلك (مسجلة) من السلطات المختصة .

3- يجب أن تكون الرقابة كاملة وشاملة على المنشآت التى يرخص لها بتشعيع الأغذية وأن يحتفظ فيها بسجلات تسجل فيها كافة المعاملات الإشعاعية .

4- يجب أن يسمح دائما بالتفتيش على المنشآت التى تشعع الأغذية وأن تفحص سجلاتها بصفة دورية بواسطة السلطات المختصة .

5- يجب ألا يسمح بتشعيع الأغذية إلا لتحقيق هدف تكنولوجى أو صحى محدد ولا يجب أبداً أن يكون تشعيع الأغذية بديلاً عن إتباع أساليب الممارسة العملية السليمة فى تصنيع الأغذية .

6- يجب ألا يسمح بأى حال من الأحوال تشعيع الأغذية مرة أخرى إلا فى حالة الأغذية المجففة التى تشعع بغرض إبادة الحشرات ، وفى هذه الحالة يجب ألا يزيد مجموع الجرعات التى تعرض لها الغذاء المجفف عن 10 كيلوجراى .

7- يجب أن ينص فى بيانات البطاقة الملصقة على عبوة المادة الغذائية بوضوح أن الغذاء معامل بالإشعاع ومقدار الجرعة الإشعاعية التى شعع بها الغذاء مع شعار معين يرمز للمعاملة الإشعاعية ... هذا طبعا بالإضافة لكافة بيانات البطاقة الأخرى التى تنص عليها المواصفة القياسية للمنتج .

رابعا : حفظ الأسماك بالإشعاع :

تشير معظم الدراسات إلى أن أنسب جرعات لتشعيع الأسماك ومنتجاتها فى نطاق الجرعات المصرح بإستخدامها تتراوح بين 2 إلى 7 كيلوجراى ، ففى نطاق هذه الجرعات يمكن الحصول على المزايا التالية :

1- خفض أعداد الميكروبات المسببة للفساد لتصبح حوالى 0.001 إلى 0.0001 من الأعداد الإبتدائية لهذه الميكروبات فى الأسماك ومنتجاتها .

2- القضاء على معظم الميكروبات المرضية مثل ميكروب السالمونيلا Salmonella ، Staph. aureus ، Listeria والمسببة للتسمم الغذائى .

3- إطالة فترة صلاحية الأسماك ومنتجاتها المحفوظة بالتبريد لتصبح نحو 2-5 أمثال الفترة التخزينية لنفس المنتجات عند تخزينها بالتبريد دون تعريضها للإشعاع .

4- تقليل الفقد فى الأسماك ومنتجاتها .

وقد حد من إستخدام الإشعاع لفترة طويلة فى حفظ الأسماك ومنتجاتها ظهور رائحة أو طعم غير مألوف بعد تشعيعها وقد توصف بانها نكهة غير مرغوبة فى بعض الحالات (ولكننا نفضل وصفها بنكهة الأغذية المشععة والتى نعتقد أن المستهلك سيألفها لو تعود على إستهلاك الأغذية المشععة) .

خامسا : تأثير المعاملة بالإشعاع على بروتينات الأسماك :

تعتبر البروتينات المركب العضوى الرئيسى فى الأسماك ويحدد مستوى التغيرات التى تحدث فيها بالتشعيع بطبيعة البروتينات نفسها وبمقدار الجرعة الإشعاعية. وبوجه عام فإن تأثير الإشعاع على اللحوم والأسماك يكون أقل من تأثيره على كثير من الأغذية الأخرى حيث أن نسبة عالية من الماء فيهما تكون موجودة بصورة مرتبطة مما يحد من التفاعلات الثانوية . وعندما تكون الأحماض الأمينية مرتبطة بجزئ البروتين فإن تأثير الإشعاع عليها يكون أقل من تأثيره على الأحماض الأمينية الحرة . وينتج من الأحماض الأمينية بتشعيعها أمونيا وكبريتيد هيدروجين ينتج عنهما رائحة غير مرغوبة off-odor كذلك قد ينتج ميثايل ميركابتان والذى ثبت بإستخدام الكبريت المشع أنه مشتق من المثيونين . كما قد يؤدى تشعيع الأسماك إلى نقص فى ذوبان بروتيناتها . هذا وقد ثبت ضآلة التغيرات التى تحدث فى بروتينات الأسماك عند مستوى الجرعات المصرح بإستخدامها (حتى 10 كيلوجراى) حيث ثبت أن محتوى بروتين المحاريات oysters لم يتغير عند جرعة إشعاعية مقدارها 4 كيلوجراى .

سادسا : تأثير المعاملة بالإشعاع على ليبيدات الأسماك :

تؤدى معاملة الأسماك ومنتجاتها بالإشعاع لحدوث تغيرات طفيفة فى ليبيداتها تظهر بوضوح أكبر أثناء التخزين حيث يزداد معدل تأكسد ليبيدات الأسماك المشععة عن الأسماك غير المشععة إلا أن ميكانيكية حدوث الأكسدة الذاتية للدهون فى الأسماك المشععة وغير المشععة واحدة فى الحالتين .

سابعا : تأثير المعاملة بالإشعاع على الفيتامينات الأسماك :

تؤدى معاملة الأسماك والمنتجات البحرية بالإشعاع لفقد فى فيتامينات A ، C، E وبعض أفراد مجموعة فيتامينات B . وقد ثبت أن فيتامينات B1 ، E أكثر حساسية للإشعاع إلا أنه قد ثبت أيضا أن الفقد فى هذه الفيتامينات بالإشعاع لا يزيد عن معدلات فقدها بالحرارة .

ثامنا : تأثير المعاملة بالإشعاع على القيمة التغذوية والخواص العضوية الحسية للأسماك :

درس بالتفصيل تأثير الإشعاع على القيمة التغذوية للمنتجات البحرية وثبت أنه برغم حدوث نقص طفيف فى بعض الأحماض الأمينية كالسيستيئين والمثيونين والتربتوفان وكذلك بعض الفيتامينات إلا أن القيمة التغذوية للمنتجات البحرية المشععة فى حدود الجرعات المصرح بها (حتى 10 كيلوجراى) لم تتأثر كثيراً . وكذلك ثبت عدم حدوث أية تأثيرات سمية من جراء إستهلاك الأسماك المشععة ومنتجاتها .

يؤدى خفض درجة الحرارة أثناء التشعيع إلى تقليل التغيرات غير المرغوبة التى تحدث فى رائحة ونكهة وقوام الأسماك المشععة ... كما أن الجرعات المصرح بإستخدامها فى تشعيع الأسماك لا تسمح بتخزين الأسماك بعد التشعيع على درجة حرارة الغرفة بل يلزم أيضا حفظها بالتبريد . وأجرى عديد من المحاولات لتقليل تأثير الإشعاع على نكهة الأسماك مثل التشعيع تحت تفريغ ، تشعيع الأسماك مبردة أو مجمدة ، التشعيع بعد إضافة مواد واقية للأسماك تكون وظيفتها التفاعل مع الشقوق الحرة والجزيئات النشطة ومنعها من التفاعل مع مزيد من الجزيئات العضوية فى الأسماك وقد إستخدم لذلك حامض الستريك ، النيتريت ، السلفيت ، البنزوات . كما أجريت محاولات أخرى بإضافة مواد ممتصة للروائح فى العبوات **in package odor scavengers** وقد إستخدم لذلك الفحم المنشط وحقق بعض النجاح .

ويوضح (جدول 7–10) مقدار الجرعة الإشعاعية التى تطيل من فترة صلاحية بعض المنتجات البحرية وظروف التخزين بعد المعاملة الإشعاعية .

جدول 7-10: فترة صلاحية بعض المنتجات البحرية المعاملة بالإشعاع

الصنف	الجرعة الإشعاعية كيلوجراى	ظروف التخزين: درجة الحرارة (°م)	ظروف التخزين: العبوة	فترة الصلاحية الكلية بالأيام
سمك كود[1]	1.5	0.5	معبأ تحت ظروف هوائية	35-28
سمك هادوك[2]	2.5-1.5	0.5	معبأ تحت ظروف هوائية	35-28
سمك ماكريل[3]	2.5	0.5	معبأ تحت ظروف هوائية	28
كابوريا[4]	4.5	0.5	معبأ تحت ظروف هوائية	28
جمبرى منزوع الرأس[5]	1	0.5	عبوات رقائق مزدوجة	35-24
سمك البلطى[6]	3	1	أكياس بولى إيثيلين	30
سمك البياض[7]	3	1	أكياس بولى إيثيلين	
سمك المبروك العادى[8]	3	1	أكياس بولى إيثيلين	28

المصدر : Hassan *et al.* (1983) "6,7,8", Liuzzo *et al.* (1970) "5", Ashare (1974) "1,2,3,4"

7–6 تصنيع مخلفات مصانع الأسماك

فى الدول المنتجة للأسماك والتى يربو انتاجها على المليون طن سنويا .. يتم استهلاك جزء أكبر من الانتاج السمكى بصورة مباشرة ويصنع جزء آخر إلى مختلف منتجات الاسماك (أسماك مجمدة ، معلبة ، مدخنة ، مملحة ، ...) وتكون مخلفات مصانع الاسماك بالاضافة للأسماك التى تصاد بغرض إنتاج مساحيق الاسماك هى المادة الخام التى ترتكز عليها صناعة مساحيق الأسماك والزيوت وباقى المنتجات الثانوية للأسماك ، أما فى الدول متوسطة الانتاج أو قليلة الإنتاج السمكى فعادة مايكون جزء كبير من إنتاج مسحوق الأسماك والزيوت خاصة الصناعية من مخلفات الاسماك فى المصانع الكبيرة . وقد ثبت بما لا يدع مجالا للشك القيمة التغذوية العالية لمساحيق الأسماك وصلاحيتها فى تغذية الحيوان مع إرتفاع قيمتها الهضمية والحيوية ونسب الاستفادة من البروتين . ولقد أجريت فى مختلف دول العالم ومصر عديد من البحوث على إستخدام مساحيق الأسماك فى تغذية الحيوان . وبالإضافة لذلك فإن استمرار البحوث على استخدام دقيق الأسماك فى تغذية الإنسان وفى إضافته لعديد من المواد الغذائية كالخبز ومنتجات الحبوب المختلفة لتدعيمها ورفع قيمتها التغذوية . وهناك منتجات أخرى عديدة يمكن الحصول عليها من منتجات الأسماك : والتى سنوجز بعضها فى هذا الجزء .

أولا : تصنيع مسحوق ودقيق السمك :

يتم إعداد مسحوق الاسماك فى المعامل والمصانع الصغيرة بإحدى الطرق التالية :

تم تحضير مسحوق السمك من مخلفات الأسماك بفرمها وتجفيفها بعد رصها على صوانى بمعدل تحميل 18 كجم/م^2 وتم التجفيف على 72°م لمدة 12 ساعة باستخدام تيار هواء ساخن . يتم نزع الدهن بعد ذلك بالاستخلاص بالايثانول لمدة 10 ساعات ثم الغسيل بمذيب طازج والتجفيف على 72°م لمدة ½ ساعة فالطحن بعد ذلك إلى مسحوق دقيق . وتبلغ نسبة الدهن فى المسحوق النهائى 5.5٪ .

وفى دراسات أخرى لإنتاج مسحوق السمك إستخدم فيها رؤوس الأسماك أو الأحشاء أو مخلوط من الرؤوس والأحشاء حيث يضاف الماء لمخلوط المخلفات بنسبة 50٪ من وزنها وبسخن المخلوط على 50°م لمدة 4-5 ساعات ثم يجفف مخلوط المادة الصلبة والماء اللزج تحت تفريغ على 85°م ثم يطحن المخلوط بعد التجفيف ويغربل ويعبأ المخلوط فى أكياس بولى إيثيلين أو قد يضاف إليه مضاد للأكسدة مثل

الهيدروكسى تولوين البيوتيلى BHT بنسبة 0.09٪ . وتعرف هذه الطريقة باسم التجفيف المباشر أما فى المصانع الكبيرة فيتم إعداد مسحوق الأسماك فى الخطوات التالية :

1- إعداد المادة الخام :

تجمع المادة الخام من الأسماك ومخلفاتها ثم تفرم فى مفرمة خاصة وتنقل بعد الفرم مباشرة إلى جهاز الطبخ .

2- الطبخ :

تجرى هذه العملية بغرض تجميع البروتينات وتجهيز المخلوط وتهيئته لعملية الكبس وتسهيل إنفصال الزيت والماء الزائد كما أنها تعمل على قتل نسبة كبيرة جدا من الميكروبات الملوثة . وبعد الطبخ مباشرة تصفى الكتلة المتجمعة بواسطة غربال هزاز قبل دخولها لعملية الكبس .

3- الكبس :

تجرى عملية الكبس لمخلوط المخلفات فتنتج كتلة منضغطة وسائل لزج ينفصل ، به عديد من المكونات الذائبة مرتفعة القيمة التغذوية ولذلك بعد فصل الزيت عن السائل اللزج يجمع السائل ويركز حيث يحتوى على نسبة مرتفعة من البروتينات الذائبة وبعض العناصر الأخرى والفيتامينات وقد يباع السائل اللزج المركز على حدة لخلطه بالردة أو بالمساحيق الجافة لتغذية الدواجن أو عند إعداد العلائق وقد تجرى عملية فرم ثانية للكتلة المكبوسة .

4- التجفيف :

تجرى هذه العملية فى جهاز تجفيف مناسب لتجفيف الناتج المفروم ثم تمر الكتل المجففة على غربال هزاز مزود بمغناطيس للتخلص من المواد الغريبة والمعادن وذلك قبل دخول الكتل المجففة إلى الكسارة للطحن إلى مسحوق .

5- التعبئة والتخزين :

يعبأ مسحوق الأسماك فى عبوات مناسبة بعد وزنه أوتوماتيكيا وقد يضاف مضاد للأكسدة لمنع الأكسدة أثناء التخزين . ويفضل أن تكون المخازن منخفضة الحرارة وتؤدى الحرارة العالية أثناء التخزين لتدهور صفات المسحوق حيث تتغير الرائحة وينخفض معدل هضم البروتينات .

ويوضح جدول (7-11) التركيب الكيماوى لمساحيق بعض أنواع الأسماك المنتجة فى المصانع المصرية.

جدول (7-11): التركيب الكيماوى لبعض أنواع مساحيق الاسماك

العينة	الرطوبة	البروتين	الليبيدات	الرماد
مسحوق سمك بلطى	8.10	51.60	0.10	28.8
مخلفات مبروك نقى	9.10	44.90	5.90	46.90
مسحوق سمك رنجة	7.21	72.36	8.01	11.70
مسحوق سمك محلى	4.58	58.29	20.54	10.55
مسحوق سمك منهادن (مستورد)	6.59	65.32	8.93	21.25

المصدر : Metwalli *et al*. (1988), Samy *et al*. (1986), Farag (1991)

وجدير بالذكر نجاح إستخدام مساحيق الأسماك فى تغذية الدواجن ، تغذية الحيوان ، تغذية الاسماك ، كما أمكن إستخدام دقيق الأسماك فى تغذية الإنسان كمادة مدعمة للمخبوزات .

ثانيا : إنتاج الجوانين والجيلاتين من مخلفات الأسماك :

هناك بعض الأجزاء فى الأسماك كالجلد والعظام ومثانة العوم والقشور قد تستخدم لإنتاج الجيلاتين كما قد تستخدم القشور لإنتاج الجوانين . والجوانين عبارة عن أحد مكونات النواة ويوجد فى طبقة البشرة بالجلد وكذلك على قشور معظم الأسماك التى تعوم قريبة من سطح الماء حيث تعكس بللورات الجوانين الضوء وتعمل كوسيلة لتخفى الأسماك . أما الأسماك القاعية والتى تعيش فى قاع المحيط فالجوانين يكون فيها غير بللورى الشكل بسبب أنها لا تحتاج لبللورات مضيئة لعملية التخفى . وللجوانين إستخدامات عديدة حيث يعطى تأثيرا ضوئيا ، ويستخدم فى إصدار أشعة مضيئة لعدد كبير من المواد مثل الطفايات ، وطعم الصيد وأغلفة الكتب وكذلك فى الطبقة النهائية من الدهانات .

والجوانين مركب عضوى (2-أمينو-6 أكس بيوريين)، ويتم تحضيره بالطريقة التالية:

يتم نزع القشور من الأسماك أثناء تنظيفها ، ثم تسخن القشور لمدة 10 ثوان بالبخار على 90°م ويزال الجوانين بتقليب القشور مع الكيروسين لمدة 15 دقيقة ويتم

تكرار هذه العملية 3 مرات لإزالة كل الجوانين . وللتخلص من البروتينات والدهون في المستخلص يجرى طرد مركزى للمستخلص مع ثنائى كلورو إيثان لمدة 15 دقيقة. ويتم تبخير المذيب وحساب نسبة الجوانين فى الجزء العلوى .

أما الجيلاتين فهو عبارة عن بروتين يتم إنتاجه من الكولاجين . ويستخدم الجيلاتين كمادة مثبتة للقوام فى صناعة الآيس كريم كما يستخدم فى صناعة الحساء وصناعة بعض أنواع المخبوزات ، وبعض الصناعات الصيدلانية .

ويتم تحضير الجيلاتين من مخلفات الأسماك كما يلى :

1- تؤخذ الرؤوس والقشور والعظام والجلد ومثانة العوم وتوزن ثم تغسل بالماء وتكسر إلى أجزاء صغيرة (1سم x 1سم) لتصنيع الجيلاتين بطريقة الإستخلاص بالحامض .

2- يتم نزع الدهن من المادة الخام بالتسخين فى الماء على 90°م ثم الغسيل بماء جارى ثم نزع الأملاح بالغمر فى محلول حامض هيدروكلوريك 2 ع لمدة 7 أيام على 14°م فالغسيل بماء جار حتى يصل الـ" pH " إلى 4 .

3- يستخلص الجيلاتين بالتسخين المستمر فى الماء الساخن على درجات حرارة متصاعدة من 60 إلى 100°م وتخلط جميع المستخلصات ثم تجرى عملية تركيز بالتبخير ثم التبريد على 6°م حتى يتكون الجيلاتين فيتم التجفيف تحت تفريغ على 45°م .

ثالثا : إنتاج زيوت الأسماك :

لزيوت بعض الأسماك صفات تشبه صفات الزيوت الجافة ويمكن إستخدامها فى صناعة مواد الدهان والبوية . ولا تصلح زيوت كل أنواع الأسماك لأغراض البوية والورنيش حيث أن بعضها يندرج تحت الزيوت غير الجافة .

وتستخرج زيوت الأسماك بصفة عامة من ثلاث مصادر رئيسية :

- زيوت أسماك تستخرج من السمكة كاملة . Whole fish oil
- زيوت أسماك تستخرج من كبد الاسماك fish liver oil
- زيوت الحيتان whale oil.

وفى الوقت الحالى تستخرج زيوت أسماك للأغراض الصناعية من مخلفات الأسماك . وتختلف طرق إستخلاص زيوت الأسماك إلا أنها لا تخرج عن الإطار العام

الأسماك مع الماء ثم يكشط الزيت من على السطح أو تعامل الأسماك بالبخار لفصل الزيت ثم تكبس لإستخلاصه مخلوطا مع الماء وقطع دقيقة من الأنسجة التى يجرى فصلها بالتصفية أو الطرد المركزى . وقد يتم هضم الأنسجة بالقلوى لتسهيل خروج الزيت وفصله بعد ذلك بالطرد المركزى .

وتختلف زيوت الأسماك الموجودة فى الأسواق فى كثير من خواصها وصفاتها، وبصفة عامة فإن أهم صفاتها من الوجهة الصناعية هى اللون والرائحة وسرعة الجفاف ودرجة نقاوة الزيت فى العبوات . وتعتبر زيوت الأسماك بصفة أساسية من الزيوت الصناعية إلا أن لها بعض الإستخدامات الغذائية والصيدلانية .

References 7.7. المراجــــــع

1- Alian, A. M. , Sallam, Y.I., El-Dessoki, T. M. and Atia A. M. (1982). Production and evaluation of bolti fish meals. Chemical and microbiological aspects. *Anals of Agric. Sci.*, Moshtohor, **17**: 193-203.

2- Ashare. (1974). Hand book and product directory, Applications American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, New York.

3- Bramsnaes, F. (1965) Handling of fresh fish . In Georg Borgstrom, ed. *Fish as Food*, vol. **4**. Process.

4- Burgress, G. H. O. , Cutting, C. L. , Lovern, J. A. and Waterman, J. J. editors (1967) Fish Handling and Processing, Chemical, New York.

5- Chan, W. S. , Toledo, R. T. and Deng, J. (1975). Effect of smoke house temperature, humidity and airflow on smoke penetration into fish muscle. *J. Food Sci.*, **40**, 240-243.

6- Crean, P. B. (1961). The light pickle salting of cod. *J. Fish. Res. Board Can.*, **18** (5), 845-850.

7- Cutting, C. L., and Spencer, R. (1968). Fish and Fish Products. Pages 303-348 in Herschdoerfer, S. M., ed. Quality Control in Food Industry. Vol. 2. Academic Press, New York.

8- Del Valle, F. R. and Nickerson, J. T. R. (1967.) Studies on salting and drying fish. Equilibrium consideration in salting. *J. Food Sci.*, **32**, 173-179.

9- El-Zayet, Fatma, M. M., Taha, R. E., El-Dashlouty, Amani A., Fouda, Zouba, M. A. and Hassanein, Thanaa, M. (1983.) Some fish wastes as utilized for production of guanin and gelatin- *Zagazig J. Agric. Res.*, **10** (2): 383-395.

10- Farag, F. F. G. (1991). Evaluation of different protein concentrates in Broilers Rations. M. Sc. Thesis, Fac. Agric., Cairo Univ.

11- Hashimoto, K., Yamaguchi, K. and Watabe, S. (1979): "Developing Technology of Utilization of Small Pelagic Fish". Fisheries Agency, Japan, PP. 63-81.

12- Hassan, I. M. and Allam, M, H. (1983) Irradiation Preservation of bayad fish (*Bagrus bayad*). *Annals of Agric. Sci.*, Fac. Agric., Ain Shams Univ., Cairo Egypt, **28(2)**: 787-805.

13- Hassan, I. M. (1988) Processing of smoked common carp fish and its relation to some chemical, physical and organolyptic properties. *J. Food Chem.*, **27(2)**: 95-106.

14- Hassan, I. M.,Khallaf, M. F., Abdel-Fattah, L. E. and Yasin, N. M. (1999) Quality criteria, expiration period and marketing loss estimations of pre-treated and cold stored mullet fish. GRASAS Y ACEITES., 50(3), 208-217.

15- Hussein, M. F., Hassan, I. M., Mahmoud, A. A. and Khallaf, M. F. M. (1983) Changes in chemical constituents of irradiated fish under cold storage. NCRRT., J. Rad. Sci. and Applications.

16- Khalil, M. K. M., Moustafa, E. K., Zouel, M. E. and Aman, M. E. (1976). Effect of supplementation of wheat flour with FPF on the rheological properties of resultant doughs. Egypt. *J. Food Sci.* **4(1-2)**: 25-35.

17- Lawrie, R. M. (1980) Meat Science. Pergamon Press, London.

18- Liuzzo, Joseph A., Novak, A. F., Grodner, R. M. and Rao, M. R. R. (1970) Radiation Pasteurization of Gulf Shell Fish Pub. ORO 676. U.S. Atomic Energy Commission, Tech. Inf. Dev., Washington D. C.

19- Metwalli, S. M., Atta, M. B. and Ghazi, A. (1988) Utilization of some fish offals. *J. Agric. Res., Tanta Univ.*, **14(2)**: 714-727.

20- Salvin, J. W. (1968) Frozen Fish: Characteristics and Factors Affecting Quality During Freezing and Frozen Storage. In Tressler, D. K. Van Arsdel, W. B. and Cobley, M. J., eds. The Freezing Preservation of Foods. Vol. 2. 4th ed. AVI, Westport, CT.

21- Samy, M. S., Aboul Ela, Se. S., Sherif, S. U. and Farid. F. A. (1986) Evaluation of protein in some feed ingredients commonly used in poultry rations. *Annals Agric. Sci., Fac. Agric.*, Ain Shams Univ., Cairo, Egypt, **31(2)**: 1595-1622.

22- Suzuki, T. (1981.) Fish and Krill Protein Processing Technology. Applied Science Publisher LTD, London.

23- Wheaton, F. W. and Lawson, T. B. (1985). Processing Aquatic Food Products. John Wiley and Sons. New York.

24- Zaitsev, V., Kizevetter, I., Lagunov, L., Makarova, T., Minder, L. and Podesvalov, V. (1969) Fish Curing and Processing, Translated, MIR Pub. Moskow.

25- د. إبراهيم محمد محسن (2000) . الدراسة المرجعية للتداول والإدارة السلمية للمخلفات فى قطاع الصناعات الغذائية . " قطاع صناعات اللحوم والأسماك والدواجن " قسم علوم الأغذية ، كلية الزراعة جامعة عين شمس - أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا .

26- د. مصطفى صفوت محمد ، د. محمود فهمى حسين ، د. يحيى محمد حسن (1964) . " تكنولوجيا الأسماك " . دار المعارف بمصر .

27- يحيى محمد حسن (1964) دراسات تكنولوجية على بعض أصناف الأسماك الشائعة فى المياه المصرية رسالة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة عين شمس.

28- وزارة الزراعة (1992) - قطاع الشئون الإقتصادية - دراسة عن الثروة السمكية فى العالم وتنميتها فى مصر .